

PĀRSKATS

par Meža attīstības fonda pasūtīto pētījumu

Pētījuma nosaukums:

**„Meža bioloģiskās
daudzveidības monitoringa
komponentes pilnveide
nacionālajā meža monitoringā”**

LĪGUMA NR.: 21-00-SOMF01-000003

IZPILDES LAIKS: 18.06.2021 – 15.11.2021

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

Pētījuma vadītājs: _____

Jānis Donis

Salaspils, 2021

Saturs

Tabulu saraksts.....	3
Attēlu saraksts	5
Ziņojumā lietotie simboli un saīsinājumi.....	7
Ievads	8
1. Meža bioloģiskās daudzveidības (BD) nacionālā meža monitoringa metodikas koncepcija	9
2. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa apakšsistēma nacionālā meža monitoringa ietvarā	15
2.1. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa mērķi	15
2.2. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ģenētiskais līmenis (<i>D.Ruņģis</i>).....	15
2.2.1. Uzdevumi.....	15
2.2.2.Meža ģenētisko resursu (MGR) audzes	15
2.2.3.Sēkļu plantācijas sēkļu raža	18
2.3. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ekosistēmas līmenis (<i>A.Treimane, L. Gerra-Inohosa</i>)	20
2.3.1. Uzdevumi.....	20
2.3.2. Augu sabiedrību, t.sk. epifītu un epiksīlu novērtējuma metodika Meža resursu monitoringa parauglaukumos.....	20
2.3.3. Augu sabiedrību novērtējums Meža resursu monitoringa parauglaukumos.....	22
2.3.4. Epifītu un epiksīlu novērtējums Meža resursu monitoringa parauglaukumos	30
2.4. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ainavas līmenis (<i>J.Donis</i>).....	36
2.4.1. Materiāls un metodika	36
2.4.2. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums.....	38
2.4.3.Meža savienojamības /fragmentācijas novērtējums	44
3. Meža koku ģenētisko resursu saglabāšana un apsaimniekošana (<i>A.Gailis, I.Zariņa</i>)	52
3.1. Meža koku ģenētisko resursu saglabāšanas un apsaimniekošanas normatīvais regulējums	52
3.2. Meža koku ģenētisko resursu saglabāšanas un apsaimniekošanas organizatoriskā struktūra un pamatprincipi Eiropā	52
Dinamisko saglabāšanas vienību lielums	54
Vispārējie ĢRSV apsaimniekošanas uzdevumi.....	56
ĢRSV monitorings	56
3.3. Atbalsta instruments lēmumu pieņemšanai ĢRSV pārvaldībai	57
Demogrāfiskās uzraudzības indikatori un verificētāji	58
3.4. Latvijas meža koku sugu ģenētisko resursu saglabāšana un apsaimniekošana.....	73
3.5. Ģenētisko resursu saglabāšanas vienību vērtēšana (monitorings)	89
Literatūras saraksts.....	90
Pielikumi	94

Tabulu saraksts

1.1. tabula. "Meža ekosistēmu bioloģiskās daudzveidības uzturēšana, aizsardzība un atbilstoša uzlabošana" indikatori.....	13
2.1. tabula. Ģenētisko resursu mežaudzes	15
2.2. tabula. Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji	16
2.3. tabula. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju vidējās vērtības	17
2.4. tabula. Meža koku sugu sēkļu plantāciju skaits.....	18
2.5. tabula. Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji	19
2.6. tabula. Analizēto sēkļu partiju ģenētiskās daudzveidības rādītāju vidējās vērtības	20
2.7. tabula. Plānotais meža resursu monitoringa parauglaukumus izvēles sadalījums dažādās trofiskajās grupās un edafiskajās rindās.....	21
2.8. tabula. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2021. gadā ierīkoto parauglaukumu meža tipa sadalījums	24
2.9. tabula. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2021. gada apsekoto parauglaukumu raksturojums.....	24
2.10. tabula. Epifītisko sūnu un ķērpju sugu saraksts un to sastopamība apsekotajos parauglaukumos 2021. gadā (n=111). Apzīmējumi: * indikatorsuga, speciālā biotopu suga	32
2.11. tabula. Sūnu un ķērpju sugu skaits uz apsekotajām koku sugām	33
2.12. tabula. Epiksīlo sūnu sugu saraksts un to sastopamība apsekotajos parauglaukumos (n=41)	34
2.13. tabula. Sugu skaits uz apsekotajām kriticālām	35
2.14. tabula. Telpiskā raksta klase izskaidrojums	37
2.15. tabula. Mežaudžu (5m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs 2015.g., pie dažāda izmēra minimālās kartēšanas vienības un malas platuma, ha	38
2.16. tabula. Ainavas telpiskā raksta klašu īpatsvars pie dažādiem sākotnējiem nosacījumiem 2015.g., %	39
2.17. tabula. Mežaudžu (5m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs 2020. g., izmantojot dažāda izmēra minimālās kartēšanas vienības un malas platuma, ha.....	41
2.18. tabula. Ainavas telpiskā raksta klašu īpatsvars, izmantojot dažādus sākotnējos nosacījumus, 2020.g. %	41
2.19. tabula. Mežaudžu (5m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs izmaiņas starp 2015. un 2020. gadu, 1 ha minimālā kartēšanas vienība , ha.....	42
2.20. tabula. Mežaudžu (5m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs izmaiņas starp 2015. un 2020.g., 0,04ha pikselis, ha ar 40m malu.....	43
2.21. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 20×20m	44
2.22. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 100×100m	45
2.23. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2020 20×20m	48
2.24. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 100×100m	49
3.1. tabula. Minimālās pamatprasības meža koku GRSV	53
3.2. tabula. Indikators I1 un tā verificētāju I1a-c darbības definēšana (noteikšana).....	59
3.3. tabula. Indikators I2 un tā verificētāja I2a darbības definēšana	59
3.4. tabula. Indikators I3 un tā verificētāju I3a-c darbības definēšana.....	60
3.5. tabula. Indikators I4 un tā verificētāju I4a-c darbības definēšana.....	61

3.6. tabula. Pārskats par I4 rādītāja Ne slietkšņiem, atbilstoši EUFGIS informācijas sistēmas minimālajām prasībām (39. lauks).....	61
3.7. tabula. Indikatoru I5, I6, I7 iedalījums pēc traucējumu rašanās iespējamības	63
3.8. tabula. Indikatora I5 un tā verificētāju I5a-c darbības definēšana.....	63
3.9. tabula. Indikatora I6 un tā verificētāju I6a-c darbības definēšana.....	64
3.10. tabula. Indikatora I7 un tā verificētāju I7a-c darbības definēšana.....	64
3.11. tabula. Indikatora I8 un tā verificētāju I8a-c darbības definēšana.....	66
3.12. tabula. Operatīvās saimnieciskās darbības līmeņi (Dx) ar pasākumu īstenošanas paraugiem no standartizētā veicamo pasākumu saraksta (3.13. tabula)	68
3.13. tabula. Standartizēts veicamo pasākumu saraksts ĢRSV apsaimniekošanai un vadībai* ...	70

Attēlu saraksts

1.1. attēls. Meža apsaimniekošanas procesa shēma ar integrētiem visiem monitoringa līmeņiem (pēc Gardner 2010)	11
2.1. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp analizētām Krāslavas priedes ģenētisko resursu audzes dabīgi atjaunojušiem (313-280-34) un veciem (313-282-1) priežu kokiem ..	17
2.2. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp analizētām sēkļu partijām	19
2.3. attēls. Latvijas ainavzemes.	20
2.4. attēls. Nacionālā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2021. gada apsekoto parauglaukumu izvietojums Latvijas teritorijā.	23
2.5. attēls. DCA ordinācija apsekotajiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem.	28
2.6. attēls. DCA ordinācija ar Ellenberga vērtībām apsekotajiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem.	29
2.7. attēls. DCA ordinācija ar Ellenberga vērtībām apsekotajiem parauglaukumiem vēra meža tipam.	30
2.8. attēls. DCA ordinācija epifītisko sugu sastopamībai uz apsekotajām koku sugām.	34
2.9. attēls. Mežaudžu platību, kur kokaudžu augstums augstāks par 5m (20m pikselis), karte (2015.g.)	39
2.10. attēls. Mežaudžu, 5m un augstāku, telpiskā raksta klases 2015. gadā (zaļš – kodols, brūns – sala, dzeltens – cilpa, sarkans – tilts, zils - iekšējā mala, melns – ārēja mala, oranžs - zars). a) pikselis 100×100m un 100m mala, b) 20×20m pikselis un 100m mala c) 20×20m pikselis un 40m mala.	40
2.11. attēls. Mežaudžu, 5m un augstāku, platību karte (20×20m pikselis) 2020.g.	40
2.12. attēls. Mežaudžu, 5m un augstāku, telpiskā raksta klases 2020.g. (zaļš – kodols, brūns – sala, dzeltens – cilpa, sarkans – tilts, zils- iekšējā mala, melns – ārēja mala, oranžs - zars). a) pikselis 100 ² m un 100m mala, b) 20 ² m pikselis un 100m mala c) 20 ² m pikselis un 40m mala.	42
2.13. attēls. Mežaudžu platības blīvums FAD 2015 20×20m. 1. 7×7, 2. 13×13, 3. 27×27, 4. 81×81 un 5. 243×243 pikseļu logam, (2015.g.)	44
2.14. attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums dažādas fragmentācijas grupās sadalījumā pa novērojumu lieluma skalām 1. 7×7, 2. 13×13, 3. 27×27, 4. 81×81 un 5. 243×243 pikseļu logam 100×100m (2015.g.)	45
2.15. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7×7 b) 13×13 c) 27×27 d) 81×81 e) 243×243, f) multimērogu 20×20m pikseļi. (2015.g.)	46
2.16. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7×7 b) 13×13 c) 27×27 d) 81×81 e) 243×243, f) multimērogu 100×100m pikseļi	47
2.17. attēls. Mežaudžu platības blīvums FAD 2020 20×20m. 1. 7×7, 2. 13×13, 3. 27×27, 4. 81×81 un 5. 243×243 pikseļu logam (2020.g.)	48
2.18. attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums dažādas fragmentācijas grupās sadalījumā pa novērojumu lieluma skalām 1. 7×7, 2. 13×13, 3. 27×27, 4. 81×81 un 5. 243×243 pikseļu logam 100×100m	49
2.19. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7×7 b) 13×13 c) 27×27 d) 81×81 e) 243×243, f) multimērogu 20×20m pikseļi (2020)	50
2.20. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7×7 b) 13×13 c) 27×27 d) 81×81 e) 243×243, f) multimērogu 100×100m pikseļi. 2020.g.	51
3.1. attēls. Parastās egles izplatības areāls (karte no EUFORGEN) (http://www.euforgen.org/species/picea-abies/)	75
3.2. attēls. Parastās priedes izplatības areāls (karte no EUFORGEN) (http://www.euforgen.org/species/pinus-sylvestris/)	77

3.3. attēls.	Kārpainā bērza izplatības areāls.	Karte	no	EUFORGEN	
(http://www.euforgen.org/species/betula-pendula/).....					78
3.4. attēls.	Parastās apses izplatības areāls	(karte	no	EUFORGEN	
http://www.euforgen.org/species/populus-tremula/)					79
3.5. attēls.	Parastā melnalkšņa izplatības areāls	(karte	no	EUFORGEN)	
(http://www.euforgen.org/species/alnus-glutinosa/).....					81
3.6. attēls.	Parastā oša izplatības areāls	(karte	no	EUFORGEN)	
(http://www.euforgen.org/species/fraxinus-excelsior/)					82
3.7. attēls	Parastā ozola izplatības areāls	(karte	no	EUFORGEN)	
(http://www.euforgen.org/species/quercus-robur/).....					85
3.8. attēls	Parastās liepas izplatības areāls	(karte	no	EUFORGEN)	
(http://www.euforgen.org/species/tilia-cordata/).....					87
3.9. attēls.	Parastā skābarža izplatības areāls	(karte	no	EUFORGEN)	
(http://www.euforgen.org/species/carpinus-betulus/).....					88

Ziņojumā lietotie simboli un saīsinājumi

MBDM – meža bioloģiskās daudzveidības monitorings
LVMI Silava - Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”
MSI – meža statistiskā inventarizācija
MT – meža tips
VAC – vienlaidus atjaunošanas cirte
MVR – Meža valsts reģistrs

Sl - sils
Mr – mētrājs
Ln – lāns
Dm – damaksnis
Vr – vēris
Gr – gārša
Gs – grīnis
Mrs – slapjais mētrājs
Dms – slapjais damaksnis
Vrs – slapjais vēris
Grs – slapjā gārša
Pv – purvājs
Nd – niedrājs
Db – dumbrājs
Lk - liekņa
Av – viršu ārenis
Am – mētru ārenis
As – šaurlapju ārenis
Ap – platlapju ārenis
Kv – viršu kūdrenis
Km – mētru kūdrenis
Ks – šaurlapju kūdrenis
Kp – platlapju kūdrenis
PL – parauglaukums

VMD – Valsts meža dienests

Ievads

Meža bioloģiskās daudzveidības nacionālā meža monitoringa metodika izstrādāta 2017.g. MAF pasūtīta pētījumā “Metodikas izstrāde bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai nacionālā meža monitoringa ietvaros”. 2017.g. pētījumā tika apzinātas Dabas aizsardzības pārvaldes, Valsts meža dienesta un AS “Latvijas Valsts meži” realizētās meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa programmas. Pētījumā tika konstatēts, ka to mērķis ir raksturot atbilstošo ģenerālkopu, bet ar retiem izņēmumiem monitoringa sistēmas ietvarā aprakstīta datu apstrādes metodika. Pēc meža bioloģiskās daudzveidības (BD) stāvokļa indikatoru nozīmības vērtējuma izstrādes, veikta svarīgāko indikatoru atlase meža mainības analīzei (izstrādāta tiešo un netiešo indikatoru sistēmu, lai novērtētu BD stāvokli/dinamiku). Balstoties uz iepriekšējo pētījumu datiem, definēti un aprakstīti dažādu telpisko un laika mērogu BD struktūras, kompozīcijas un procesu indikatori ģenētiskajā, sugas un ekosistēmu līmenī. Izvērtējot meža resursu monitoringa (MRM) parauglaukumos iegūstamos datus, konstatēts, ka jau no MRM ievāktajiem datiem var aprakstīt virkni BD indikatoru, kas saistīti ar kokaudzes struktūru, pameža struktūru un atmirušo kokus un izstrādāti algoritmi BD monitoringā atbilstošo parametru un to nenoteiktības aprēķināšanai. Pētījumā tika sagatavoti priekšlikumi monitorējamo meža modeļteritoriju atlasei reti sastopamo meža koku sugu monitoringam. Konstatēts, ka ainavas līmeņa aprēķini veicami visai valsts teritorijai un/vai atsevišķām karšu lapām, bet nav vajadzīgs izvēlēties “modeļteritorijas” monitoringa veikšanai valsts līmenī. Sagatavota metodika ģenētiskā līmeņa indikatoru, veģetācijas stāvokļa un izmaiņu novērtējumam kā arī ainavas līmeņa indikatoru novērtējumam un uz MRM datiem balstītu kompozīcijas un struktūras indikatoru novērtējumam.

Šim pētījumam izvirzīts sekojošs mērķis - veikt meža bioloģiskās daudzveidības monitoringu Nacionālā meža monitoringa programmas ietvaros, kas tiek īstenots saskaņā ar Ministru Kabineta noteikumiem Nr.238 “Nacionālā meža monitoringa noteikumi”. Meža bioloģiskās daudzveidības komponente īstenojama atbilstoši metodikai bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai nacionālā meža monitoringa ietvaros.

Projekta uzdevumi:

1. Meža ģenētiskās daudzveidības monitorings 2 (divās) meža ģenētisko resursu audzēs un 2 (divās) sēklu plantācijās.
2. Augu sabiedrību un epifītu novērtējums vismaz 100 meža resursu monitoringa parauglaukumos.
3. Ainavas telpiskā raksta kļāšu stāvokļa 2015.g. un 2020.g. izmaiņu novērtējums, izveidojot 2020. gada meža rastra karti.
4. Apkopot aktuālo informāciju un pētījumu rezultātus par meža koku ģenētisko resursu saglabāšanu un apsaimniekošanu sugām, kurām Latvijā ir izdalītas ģenētisko resursu mežaudzes, sagatavojot vadlīnijas to apsaimniekošanai un indikatorus apsaimniekošanas un saglabāšanas novērtēšanai. Uzsākt ģenētisko resursu mežaudžu apsaimniekošanas un saglabāšanas izvērtējumu atbilstoši EUFORGEN rekomendētajām monitoringa vadlīnijām un principiem. Sagatavot ieteikumus normatīvās vides pilnveidošanai meža koku ģenētisko resursu saglabāšanas un apsaimniekošanas jomā.

1. Meža bioloģiskās daudzveidības (BD) nacionālā meža monitoringa metodikas koncepcija

Bioloģiskās daudzveidības definīcija

Konvencijā "Par bioloģisko daudzveidību" bioloģiskā daudzveidība definēta kā „dzīvo organismu formu dažādību visās vidēs, tai skaitā sauszemes, jūras un citās ūdens ekosistēmās un ekoloģiskajos kompleksos, kuru sastāvdaļas tās ir. Tā ietver daudzveidību sugas ietvaros, starp sugām un starp ekosistēmām."

Bioloģisko daudzveidību parasti izvērtē trijos līmeņos:

- ģenētiskā daudzveidība (augu, dzīvnieku, sēņu, mikroorganismu gēnu dažādība, kas novērojama vienas sugas robežās);
- sugu daudzveidība;
- ekosistēmu daudzveidība (dažādas ekosistēmas).

"Ekosistēma" nozīmē augu, dzīvnieku un mikroorganismu sabiedrību un to nedzīvās vides dinamisku kompleksu, kurš mijiedarbojas kā funkcionāla vienība.

"Dzīvotne" nozīmē teritorijas vai biocenozes, kurās organisms vai populācija ir sastopama dabiskos apstākļos.

Monitoringa definīcija

Vides monitoringa, atbilstoši Vides aizsardzības likumam, ir sistemātiski, regulāri un mērķtiecīgi vides stāvokļa, sugu un biotopu, kā arī piesārņojuma emisiju novērojumi, mērījumi un analīze. Bioloģiskās daudzveidības meža monitoringa ir daļa no vides monitoringa.

Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēmas principi

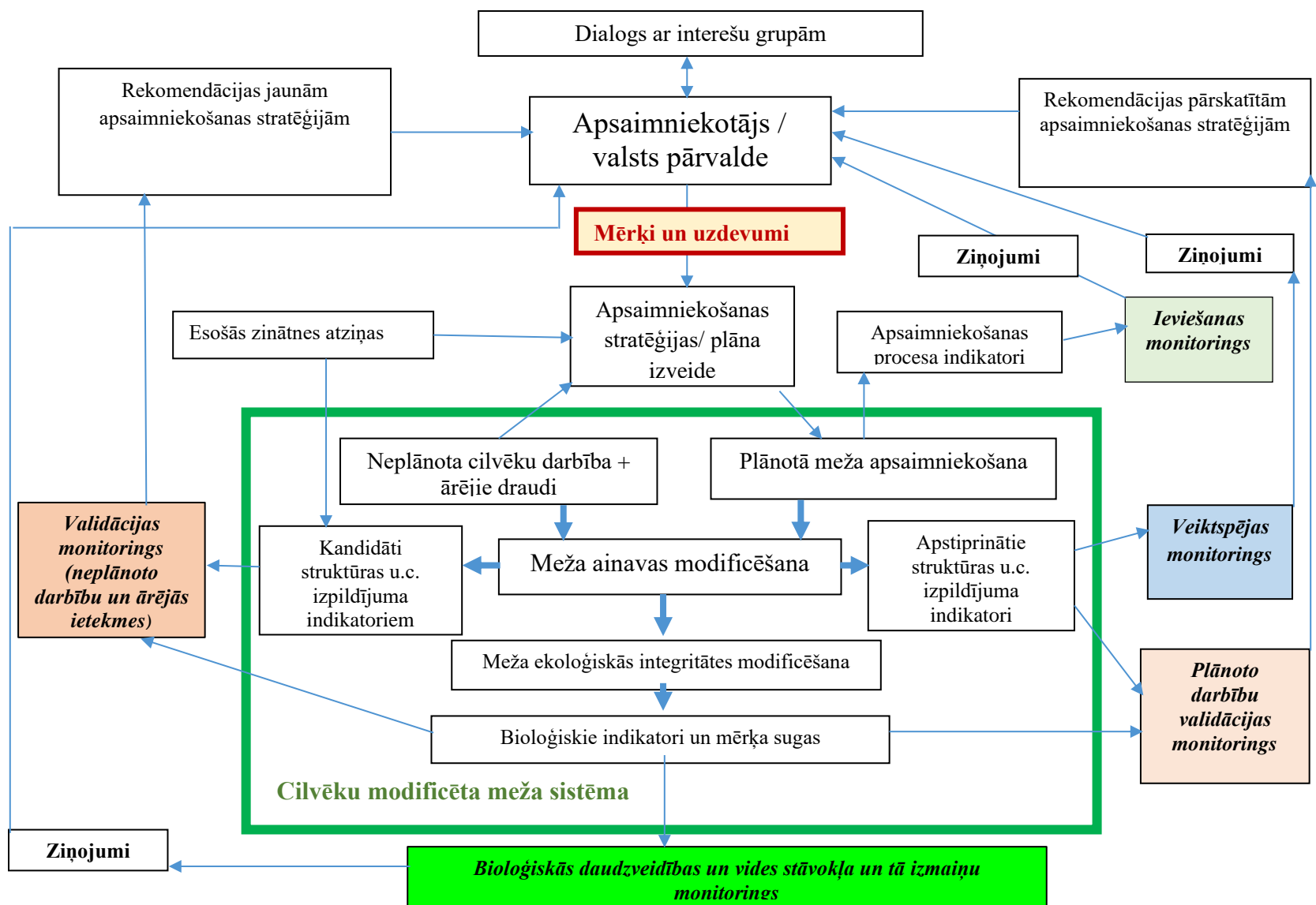
Mežsaimniecisko darbību un mežsaimniecisko darbību ietekmes uz atšķirīgiem bioloģiskās daudzveidības aspektiem samazināšanas pasākumu efektivitāti iespējams vērtēt četros monitoringa līmeņos (Gardner 2010):

- *Ieviešanas monitorings* – tā ietvaros novēro, vai tiek ieviestas darbības, par kurām panākta vienošanās (normatīvi noteikts).
- *Veiktspējas monitorings* – tā ietvaros novēro, vai konkrētajā platībā konkrētais dabas aizsardzības mērķis tiek sasniegts. Tas tiek balstīts uz tiešiem vai netiešiem saimnieciskās darbības mērījumiem, kuri nodrošina pamatu ekoloģisko izmaiņu novērtēšanai.
- *Validācijas monitorings* – tā ietvaros pārbauda, kādā pakāpē attiecīgās darbības sniedz vēlamu efektu. Šis ir vienīgais no monitoringa veidiem, kas ļauj novērtēt, vai specifiskās saimnieciskās darbības ļauj panākt vēlamu efektu.
- *Stāvokļa (surveillance) jeb fona monitorings* – tas nav saistīts ar konkrētu meža apsaimniekošanu, bet tikai veido statusa ziņojumu par bioloģiskās daudzveidības tendencēm konkrētajā teritorijā. Šis monitorings ir noderīgs, lai novērtētu neprognozētas izmaiņas vidē, vai, lai novērtētu fona izmaiņas kontroles vietās.

Nacionālā meža monitoringa ietvaros meža bioloģiskās daudzveidības monitorings ir plānots galvenokārt kā stāvokļa jeb fona monitorings.

Meža bioloģisko daudzveidības monitoringa programmu mērķis ir iegūt informāciju, lai attīstītu ekoloģiski atbildīgākas apsaimniekošanas stratēģijas. Šādam monitoringam būtu jāklūst par atbalstu adaptīvam meža apsaimniekošanas procesam. Izvirzot papildu prasības bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai mežos, kas primāri tiek apsaimniekoti kādam ražošanas mērķim, līdzīgi kā ražošanai, arī dabas daudzveidības nodrošināšanai nepieciešams definēt konkrētus mērķus, uzdevumus un indikatorus. Novērtējot apsaimniekošanas ietekmi, apsaimniekotājam vai valsts pārvaldei, konsultējoties ar ieinteresētajām pusēm, jānosaka minimuma līmenis, kas būtu jāsasniedz apsaimniekojot mežus. Balstoties uz monitoringa rezultātiem, gadījumos, kad apsaimniekošana neatbilst izvirzītajiem ilgtspējīgas attīstības kritēriju raksturojošo indikatoru mērķa vērtībām, nepieciešama meža apsaimniekošanas pielāgošana (adaptācija), lai nodrošinātu ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas mērķu sasniegšanu.

Ideālā gadījumā monitoringa programmai jābūt meža apsaimniekošanas procesa sastāvdaļai, kas kalpo par pamatu esošo apsaimniekošanas stratēģiju efektivitātes izvērtēšanai, to modificēšanai, kā arī jaunu apsaimniekošanas stratēģiju ieviešanai, ja tas ir nepieciešams, lai nodrošinātu saimnieciskās darbības ilgtspēju visos trijos aspektos – ekoloģiskajā, ekonomiskajā un sociālajā (1.1. attēls).



1.1. attēls. Meža apsaimniekošanas procesa shēma ar integrētiem visiem monitoringa līmeņiem (pēc Gardner 2010)

Kritērija un indikatora jēdziens

Kritērijs ir raksturīga pazīme vai apstākļu kopums, uz kuru pamata ir iespējams novērtēt mežsaimniecības dažādus aspektus, tas ietver sevī mērķi (kam tas ir paredzēts), kritēriju novērtēšana balstās uz indikatorpazīmēm. **Indikatori** rāda vai atspoguļo parādības, objekta stāvokli, kā arī tajā notiekošās pārmaiņas. Indikatori ir kritērija novērtēšanas mērs, tie indicē, cik labi katrs kritērijs atbilst nospraustajiem mērķiem. Indikatoriem ir jānosaka minimālās vērtības (**norma**), ja indikatora vērtība ir zemāka par normu, tad tas nedarbojas (Zonneveld, 1983). Biežāk indikatoru mērs ir kvantitatīvs, bet atsevišķos gadījumos ir iespējams formulēt arī aprakstošus (kvalitatīvus) indikatorus (Laiviņš u.c., 2000). Indikators var būt:

- objekta (sistēmas) elements, kas kontrolējamā procesa gaitu vai novērojamā objekta stāvokli atspoguļo cilvēkam ērti uztveramā formā;
- parādība, kas kalpo kā zīme, simptoms, netiešs mājiens (Gustafsson, 2000);
- sugas, kuru ekoloģiskās prasības ir labi zināmas un kuras, ja tās sastaptas kādā vietā, dod vērtīgu informāciju par šīs vietas kvalitāti;
- faktors, kas raksturo meža stāvokli ar noteiktiem kvantitatīviem un kvalitatīviem parametriem, kuru laika rindas atspoguļo vides dinamikas tendences, dodot svarīgu informāciju meža politikas izstrādei un meža bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas plānošanai.

Indikatoriem jāatbilst vairākām prasībām (Noss, 1990, Landres et al. 1988); ir svarīgi, lai tie ir:

- atbilstoši indicējamajai parādībai;
- spējīgi nošķirt dabisku procesu trendus no antropogēnām pārmaiņām;
- pietiekoši jutīgi, lai pārmaiņas indicētu jau sākumfāzē;
- gan efektīvi, gan arī ekonomiski (to identificēšana nebūtu dārga);
- viegli atrodamī un nosakāmi;
- paredzami telpā un laikā.

Mežsaimniecisko un mežsaimniecību atbalstošo darbību ietekmes uz vidi, t.sk. bioloģisko daudzveidību monitoringa sistēmas izveides pamatā ir ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas princips. Pētījuma kontekstā izmantota Ministru konferences par mežu aizsardzību Eiropā Helsinku H1 rezolūcijā dotā ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas definīcija: „ilgtspējīga meža apsaimniekošana ir meža un meža zemju apsaimniekošana un izmantošana tādā veidā un tempā, kas ļauj saglabāt to bioloģisko daudzveidību, produktivitāti, atjaunošanās spēju, vitalitāti un spēju gan tagad, gan nākotnē īstenot būtiskas ekoloģiskas, ekonomiskas un sociālas funkcijas vietējā, valsts un pasaules mērogā, nenodarot kaitējumu citām ekosistēmām”.

Lai nodrošinātu meža apsaimniekošanas un mežsaimniecības ilgtspēju, atbilstoši Ministru kabineta noteikumiem Nr.248 (2013. gada 7. maijā) “Meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas novērtēšanas kārtība”, to veic, ievērojot Paneiropas meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas kritērijus un indikatorus. Novērtējumu Zemkopības ministrija sagatavo reizi piecos gados līdz novērtējuma sagatavošanas gada 31. oktobrim. Paneiropas meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas kritēriji un indikatori ir doti atbilstošo MK noteikumu pielikumā. 1.1.tabulā atspoguļoti Kritērija "Meža ekosistēmu bioloģiskās daudzveidības uzturēšana, aizsardzība un atbilstoša uzlabošana" indikatori. To indikatoru informācija, par kuriem kā atbildīgā institūcija ir nosaukta Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts “Silava” vai Zemkopības ministrija, būtu uzskatāma par minimālo programmu, kas būtu jāveic nacionālās meža monitoringa sistēmas ietvaros. Šajā metodikā piedāvāts detālāka indikatoru novērtēšana gan ģenētiskajā, gan sugu, gan ekosistēmu līmenī.

1.1. tabula. "Meža ekosistēmu bioloģiskās daudzveidības uzturēšana, aizsardzība un atbilstoša uzlabošana" indikatori

Meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas kritēriji un indikatori

(izvilcums no pielikuma grozīts ar MK [30.07.2013.](#) noteikumiem Nr.434)

Nr. p.k.	Kritēriji un to indikatori	Mērvienība	Datu avots
4.	Kritērija "Meža ekosistēmu bioloģiskās daudzveidības uzturēšana, aizsardzība un atbilstoša uzlabošana" indikatori:		
4.1.	kokū sugu sastāvs (meža platību sadalījums pēc koku sugu skaita mežaudzē)	ha	Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"
4.2.	meža atjaunošana (dabiski un mākslīgi atjaunotās mežaudzes)	ha, %	Valsts meža dienests
4.3.	mežaudžu dabiskums (cilvēka neskartu ³ , daļēji dabisku un plantāciju ⁴ mežaudžu platība)	ha	Valsts meža dienests
4.4.	introducētās koku sugas (mežaudžu platība, kurā valdošā ir introducētā koku suga)	ha	Valsts meža dienests
4.5.	atmirusi koksne (atmirušas koksnes apjoms mežā sadalījumā pa atmiruma veidiem (stāvoša, kritusi koksne) un sadalījumā pa caurmēra grupām (6–30 cm, 30 cm un vairāk))	m ³ /ha	Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"
4.6.	ģenētiskie resursi (mežaudžu platība meža koku sugu ģenētisko resursu (<i>in situ</i> un <i>ex situ</i>) saglabāšanai un sēklu ieguvei)	ha	Valsts meža dienests
4.7.	ainavas raksts (meža ⁵ iedalījums telpiskā raksta klasēs ⁶ un meža savienojamība ⁷)	%	Zemkopības ministrija
4.8.	apdraudētās meža augu un dzīvnieku sugas (valsts monitoringos iegūto meža augu un dzīvnieku sugas sadalījumā pa sugu grupām ⁸ un IUCN ⁹ kategorijām ¹⁰ saskaņā ar Vadlīnijām IUCN Sarkanā saraksta kritēriju piemērošanai reģionālos un nacionālos līmeņos)	%	Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija
4.9.	aizsargātie meži (īpaši aizsargājamo dabas teritoriju, mikroliegumu un to buferzonu un mežu pilsētu administratīvajās robežās platība un aizsargājamo teritoriju sadalījums pa saimnieciskās darbības aprobežojumu veidiem (aizliegta galvenā cirte, aizliegta galvenā un kopšanas cirte, aizliegta kailcirte, aizliegta mežsaimnieciskā darbība))	ha, %	Valsts meža dienests

3 Cilvēka neskarts mežs – dabiska meža ekosistēma (ar dabisku mežaudzes attīstības gaitu, koku sugu sastāvu, atmirumu un atjaunošanās gaitu), kurā ilgu laiku nav būtiski iejaucies cilvēks.

4 Plantācija – ieadzēta, īpašiem mērķiem paredzēta un Meža valsts reģistrā reģistrēta mežaudze.

5 Mežs – mežs ar vismaz piecus metrus augstu mežaudzi.

6 Telpiskā raksta klases – kodolzona, sala, ārējā mala, iekšējā mala, zars un savienotājs.

7 Meža savienojamība – pakāpe, kādā ainava atvieglo sugu kustību vai citas ekoloģiskās plūsmas.

8 Sugu grupas – putni, zīdītāji, citi mugurkaulnieki, bezmugurkaulnieki, vaskulārie augi, sēnes un ķērpji.

9 IUCN – Pasaules Dabas aizsardzības savienība.

10 IUCN kategorijas – nav apdraudēts, gandrīz apdraudēts, jutīgs, apdraudēts, kritiski apdraudēts, izzudis savvaļā un izmiris, nevērtēts, trūkst datu.

LVMI "Silva" veiktais meža bioloģiskās daudzveidības monitorings (MBDM) papildina Vides un reģionālās attīstības ministrijas Vides monitoringa programmas ietvaros veikto Bioloģiskās daudzveidības monitoringa programmu.

MBDM uzsākts 2019.gadā un 2021. gadā turpinās, ietverot sekojošas apakšprogrammas:

- Ģenētiskā līmeņa monitorings:
 - Ģenētisko resursu audzēs;
 - Sēklu plantāciju sēklu ražas.
- Bioloģiskās daudzveidības monitorings: sugu un ekosistēmas līmenis:
 - Augu sabiedrību un epifītu novērtējums Meža resursu monitoringa parauglaukumos;
- Bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūras novērtējums MSI parauglaukumos;
 - Atmirusī koksne,
 - Ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes,
- Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ainavas līmenis:
 - Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums;
 - Meža savienojamības novērtējums.

Šī pētījuma ietvaros veikta (finansēta) tikai daļa/ daļēji no MBDM apakšprogrammām, tādēļ rezultāti pēc būtības vērtējami tikai pēc visu monitoringa apakšprogrammu rezultātu apkopojuma 2022.g. pavasarī.

2. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa apakšsistēma nacionālā meža monitoringa ietvarā

2.1. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa mērķi

Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa mērķi ir iegūt fona informāciju par bioloģiskās daudzveidības stāvokli un izmaiņu novērtējums nacionālā līmenī, lai veicinātu ilgtspējīgu Latvijas meža apsaimniekošanu.

2.2. Bioloģiskās daudzveidības monitoringa: ģenētiskais līmenis (*D.Ruņģis*)

2.2.1. Uzdevumi

Papildus ģenētiskie resursi novērtējumam - mežaudžu platība meža koku sugu ģenētisko resursu (in situ un ex situ) saglabāšanai un sēklu ieguvei, kuru veic Valsts meža dienests, tiek veikta ģenētiskās daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana šī pētījuma ietvaros veikti:

1. Meža koku sugu ģenētiskā daudzveidība
 - a. Meža ģenētisko resursu (MĢR) audzes (2021.g. 2 objekti (priede))
 - b. Sēklu plantācijas sēklu raža (2021.g. 2 objekti)
2. Augsnes bioloģiskās daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana (2021.g. nav plānots)

2.2.2. Meža ģenētisko resursu (MĢR) audzes

2021.g. Latvijā reģistrētās (2017.g.) Ģenētisko resursu mežaudzes uzskaitītas un aprakstītas 2.1.tabulā

2.1. tabula. Ģenētisko resursu mežaudzes

Nr.	Virsmēžniecība	Mežniecība	ĢRM nosaukums	Platība, ha	Parauglukum skaits
Parastās priedes ģenētisko resursu mežaudzes					
1	Sēlijas	Neretas	Zalve priede	23.1	1
2	Ziemeļvidzemes	Jumāras	Pārgauja priede	401.4	4
3	Zemgales	Jelgavas	Bēne- Svirlauka priede	904.5	9
4	Dienvidlatgales	Krāslavas	Priedaine priede	363.4	4
5	Rīgas Reģionālā	Ogres	Ogre priede	576.1	6
6	Rīgas Reģionālā	Baldones	Misa priede	80.2	1
7	Rīgas Reģionālā	Inčukalna	Inčukalna priede	126.1	1
8	Rīgas Reģionālā	Baldones	Baldone priede	50.61	1
9	Ziemeļvidzemes	Valkas	Vijciems priede	284.2	3
10	Ziemeļvidzemes	Smiltenes	Smiltene priede	78.8	1
Parastās egles ģenētisko resursu mežaudzes					
1	Sēlijas	Kokneses	Koknese egle	74.5	1
2	Ziemeļaustrumu	Mārupes	Liepna egle	66.6	1
3	Madonas	Madonas	Madona egle	56.2	1
4	Austrumlatgales	Rēzeknes	Rēzekne egle	150.8	2
5	Austrumlatgales	Maltas	Malta egle	26.7	1

Nr.	Virsmēžniecība	Mežniecība	GRM nosaukums	Platība, ha	Parauglūkumu skaits
6	Ziemeļkurzemes	Engures	Kaive egle	81.2	1
7	Ziemeļvidzemes	Taurenies	Dzērbene egle	25.4	1
Kārpainā bērza ģenētisko resursu mežaudzes					
1	Rīgas reģionālā	Ogres	Suntaži bērzs	32.6	1
2	Dienvidkurzemes	Priekules	Priekule Bērzs	136.4	1
3	Ziemeļaustrumu	Mārupes	Liepna bērzs	255.3	3
4	Dienvidkurzemes	Saldus	Blīdene bērzs	74.3	1
5	Dienvidlatgales	Dagdas	Dagda bērzs	77.6	1
Parastās apses ģenētisko resursu mežaudzes					
1	Rīgas reģionālā	Limbažu	Limbaži apse	85.9	1
2	Sēlijas	Jēkabpils	Birži apse	47.7	1
3	Ziemeļaustrumu	Viļakas	Viļaka apse	28.4	1
Pārējo sugu ģenētisko resursu mežaudzes					
1	Ziemeļaustrumu	Viļakas	Viļaka melnalksnis	97.2	1
1	Ziemeļaustrumu	Mārupes	Liepna liepa	30.8	1
1	Dienvidkurzemes	Aizputes	Apriķi ozols	198.6	2
2	Sēlijas	Kokneses	Jaunjelgava ozols	13.5	1
3	Madonas	Lubānas	Klāni ozols	12.4	1
4	Ziemeļvidzemes	Pārgaujas	Pārgauja ozols	20.3	1
1	Sēlijas	Kokneses	Jaunjelgava osis	155.2	2
2	Zemgales	Jelgavas	Svirlauka osis	239.6	2
1	Dienvidkurzemes	Nīcas	Dunika skabārdis	12.4	1

Kopā: 61

Materiāls un metodika (2021)

Paraugi ievākti no Krāslavas MGR audzes - 313-280-34 (atjaunotie) un 313-282-1 (vecie indivīdi). Ievākti 96 paraugi. 48 koksnes paraugi ievākti no veciem indivīdiem, 48 skuju paraugi ievākti no dabīgi atjaunojušiem indivīdiem. DNS izdalīta ar CTAB metodi un paraugi genotipēti ar 16 mikrosatelītu marķieriem. Kopā analizēti 96 paraugi.

Pirms marķieru analīzes, no datu kopas izņemti indivīdi kuri sekmīgi genotipēti ar mazāk kā 75% no kopējo marķieru skaita. Pēc kvalitātes atlasses, analizēti 92 indivīdi. Mikrosatelītu marķieri izmantoti MGR genotipēšanai apkopoti 2.2. tabulā.

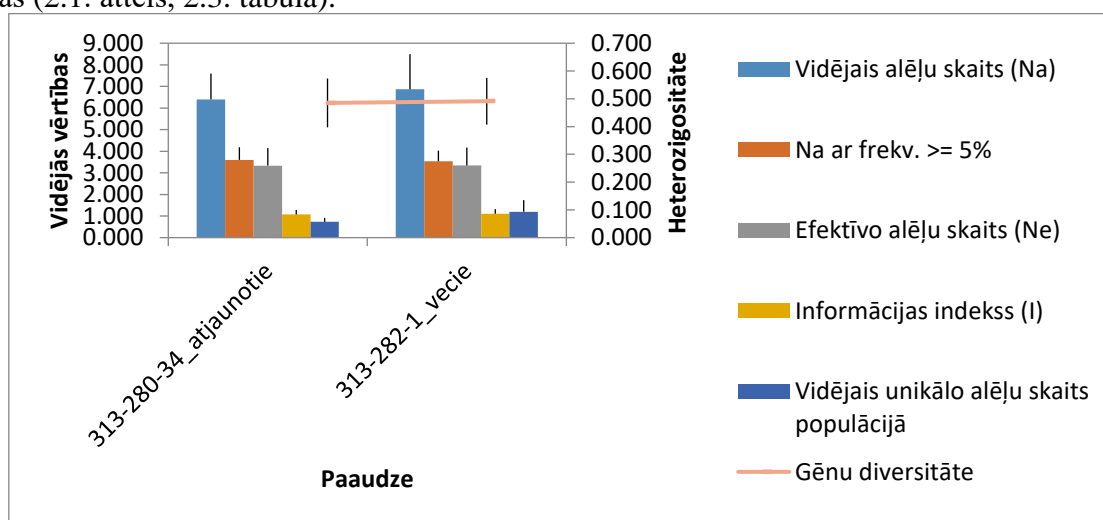
Tikai vienam marķierim (SPAC11.6), sekmīgi genotipēto indivīdu īpatsvars bija zem 90% un šo marķieri izņēma no tālākas analīzes. Pieciem marķieriem bija informācijas indekss zem 1 (psyl2, psyl18, psyl25, psyl44).

2.2. tabula. Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji

Marķieris	Kopējais alēļu skaits	Sekmīgi genotipēti indivīdi (%)	Marķiera informācijas indekss (I)	Gēnu dīvesitāte (He)	Novērotā heterozigositāte (Ho)	Inbrīdinga koeficients (F)
SPAC12.5	28	96,7	2,84	0,93	0,92	0,01
PtTX2146	12	100,0	1,68	0,76	0,84	-0,10
PtTX3107	9	98,9	1,70	0,76	0,46	0,40

Marķieris	Kopējais alēļu skaits	Sekmīgi genotipēti indivīdi (%)	Marķiera informācijas indekss (I)	Gēnu divesitāte (He)	Novērotā heterozigositāte (Ho)	Inbrīdīga koeficients (F)
PtTX4001	11	100,0	1,61	0,73	0,70	0,04
PtTX4011	6	97,8	1,32	0,67	0,53	0,21
psyl2	4	98,9	0,37	0,19	0,14	0,18
psyl16	10	96,7	1,80	0,80	0,66	0,17
psyl25	1	92,4	0,00	0,00	0,00	-
psyl44	3	98,9	0,16	0,07	0,06	0,22
psyl18	4	97,8	0,14	0,05	0,05	-0,02
psyl42	5	100,0	1,2	0,67	0,75	-0,11
psyl57	7	98,9	1,20	0,57	0,57	-0,01
psyl17	5	94,6	1,46	0,74	0,60	0,20
psyl19	4	98,9	0,14	0,05	0,05	-0,02
psyl36	5	95,7	0,69	0,32	0,31	0,05

Sākotnējās analīzes liecina, ka vecāko paaudžu paraugu (313-282-1) ģenētiskās daudzveidības rādītāji ir mazliet lielāki, nekā dabiski atjaunojušiem indivīdiem (313-280-34), tomēr atšķirības nav būtiskas (2.1. attēls, 2.3. tabula).



2.1. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp analizētām Krāslavas priedes ģenētisko resursu audzes dabīgi atjaunojušiem (313-280-34) un veciem (313-282-1) priežu kokiem

2.3. tabula. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju vidējās vērtības

Ģenētiskās daudzveidības rādītāji	Krāslavas 313-280-34 dabiski atjaunojušie indivīdi	Krāslavas 313-282-1 vecie indivīdi
Vidējais alēļu skaits (Na)	6,400	6,867
Na ar frekv. >= 5%	3,600	3,533
Efektīvo alēļu skaits (Ne)	3,334	3,342
Informācijas indekss (I)	1,074	1,105
Vidējais unikālo alēļu skaits populācijā	0,733	1,200
Gēnu diversitāte	0,485	0,491

2.2.3.Sēklu plantācijas sēklu raža

Pašreiz Latvijā esošo dažādu meža koku sugu sēklu plantāciju skaits atspoguļots 2.4.tabulā.

2.4. tabula. Meža koku sugu sēklu plantāciju skaits

Suga	Apsaimniekoto sēklu plantāciju skaits
Parastā priede	30
Parastā egle	12
Bērzs	6
Melnalksnis	3
Liepa	1
Lapegle	3
Ozols	3
Kopā	58

Materiāls un metodika (2021)

Analizēti divi priežu sēklu plantāciju paraugi – Sedas priežu sēklu plantācija – parauga nr. 14210 (sēklu pase 706, ražas gads 2003.) un Sventes sēklu plantācija - parauga nr. 14105 (ražas gads 2013.).

No katra sēklu parauga sēklas izdiedzētas uz mitra filtra papīra klimatu kamerā (16 stundas gaisma pie 22°C, 8 stundas tumsa pie 18°C, gaisa mitrums 65%). DNS izdalīta no 196 dīgšiem no katras sēklu partijas ar CTAB metodi, un paraugi genotipēti ar 16 mikrosatelītu marķieriem. Kopā genotipēti 380 paraugi.

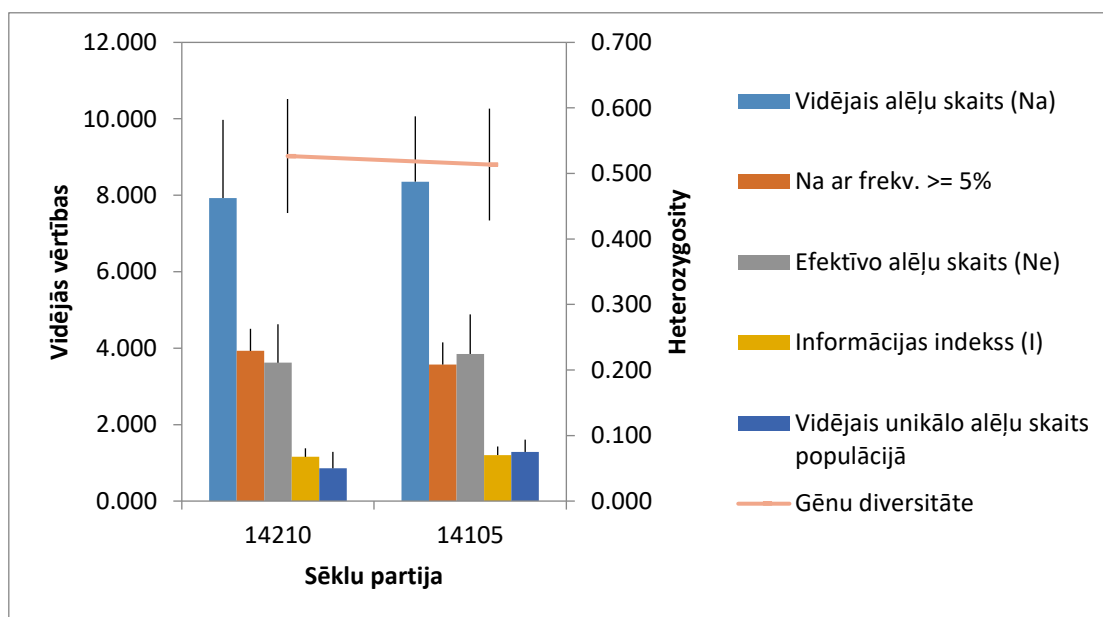
Pirms marķieru analīzes, no datu kopas izņemti indivīdi kuri sekmīgi genotipēti ar mazāk kā 75% no kopējo marķieru skaita. Pēc kvalitātes atlases, analizēti 350 indivīdi. Mikrosatelītu marķieri izmantoti sēklu plantāciju pēcnācēju genotipēšanai apkopotu 2.5. tabulā.

Diviem marķieriem (SPAC11.6 un psyl36), sekmīgi genotipēto indivīdu īpatsvars bija zem 80%, un šie marķieri izslēgti no tālākām analīzēm. Pieciem marķieriem bija informācijas indekss zem 1 (psyl2, psyl25, psyl44, psyl19).

2.5. tabula. Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji

Marķieris	Kopējais alēļu skaits	Sekmīgi genotipēti indivīdi (%)	Marķiera informācijas indekss (I)	Gēnu divesitāte (He)	Novērotā heterozigositāte (Ho)	Inbrīdīngs koeficients (F)
SPAC12.5	32	88,6	2,97	0,94	0,88	0,06
PtTX2146	16	96,0	1,64	0,74	0,72	0,02
PtTX3107	9	99,4	1,62	0,76	0,45	0,41
PtTX4001	15	98,0	1,81	0,76	0,72	0,05
PtTX4011	6	93,4	1,39	0,70	0,42	0,40
psyl2	4	92,0	0,46	0,24	0,19	0,21
psyl16	12	92,9	2,00	0,83	0,63	0,24
psyl25	2	93,1	0,16	0,08	0,00	0,50
psyl44	6	87,4	0,20	0,07	0,06	0,22
psyl18	4	94,3	0,25	0,11	0,12	-0,05
psyl42	5	94,6	1,26	0,70	0,74	-0,06
psyl57	7	94,6	1,07	0,51	0,51	0,00
psyl17	7	88,6	1,42	0,72	0,53	0,26
psyl19	4	99,1	0,27	0,12	0,13	-0,06

Sākotnējās analīzes liecina, ka nav lielas atšķirības ģenētiskās daudzveidības rādītājos starp analizētām sēkļu partijām un lieluma frakcijām (2.2. attēls, 2.6. tabula).



2.2. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp analizētām sēkļu partijām.

2.6. tabula Analizēto sēkļu partiju ģenētiskās daudzveidības rādītāju vidējās vērtības

Ģenētiskās daudzveidības rādītāji	14210	14105
Vidējais alēļu skaits (Na)	7,929	8,357
Na ar frekv. $\geq 5\%$	3,929	3,571
Efektīvo alēļu skaits (Ne)	3,619	3,849
Informācijas indekss (I)	1,157	1,204
Vidējais unikālo alēļu skaits populācijā	0,857	1,286
Gēnu diversitāte	0,514	0,527

2.3. Bioloģiskās daudzveidības monitoringa: ekosistēmas līmenis (A.Treimane, L. Gerra-Inohosa)

2.3.1. Uzdevumi

Šī monitoringa apakšprogrammas ietvaros paredzēts veikt:

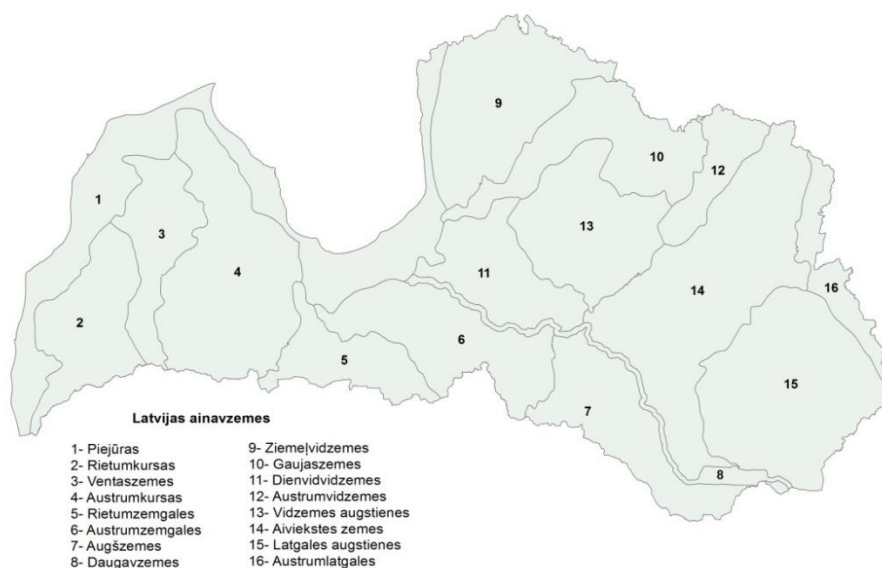
- bieži sastopamu mežaudžu tipu augu sabiedrību novērtējums (2021.gadā 120 parauglaukumi);
- reti sastopamu mežaudžu tipu augu sabiedrību novērtējums (2021.gadā nav plānots).

2.3.2. Augu sabiedrību, t.sk. epifītu un epiksīlu novērtējuma metodika Meža resursu monitoringa parauglaukumos

Augu sabiedrību, t.sk. epifītu un epiksīlu novērtējuma parauglaukumu atlases metodika

Nacionālā meža monitoringa ietvaros meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai – veģetācijas aprakstiem un epifītisko un epiksīlo ķērpju un sūnu uzskaitē, parauglaukumi izvēlēti balstoties uz trim pamatzstādījumiem:

Pirmkārt, datu uzskaites laukumi izvietoti visā valsts teritorijā tā, lai tie aptvertu (reprezentētu) dabas apstākļu dažādību reģionālā dimensijā. Pastāvīgo parauglaukumu tīklam mežaudžu bioloģiskās daudzveidības monitoringam izmantota K. Ramana ainavzemes sistēma (2.3. attēls);



2.3. attēls. Latvijas ainavzemes.

Otrkārt, meža daudzveidības monitoringa parauglaukumiem jāreprezentē meža tipu dažādība dažādās Latvijas daļās, t.i., retāk sastopamie meža tipi paraugkopā iekļauti ir lielāku varbūtību nekā to sastopamība (2.7.tabula). Plānojot parauglaukumu skaitu, ir jāņem vērā meža tipa daudzums attiecīgajā reģionā, kā arī meža tipu sadalījums visā Latvijas teritorijā kopumā;

Treškārt, meža daudzveidības monitoringa parauglaukumiem jāreprezentē valdošās kokaudzes sugu struktūra un vecuma struktūra. Plānojot parauglaukumu skaitu ir jāņem vērā visos reģionos trīs valdošo (izplatīto) audzi veidojošos sugu (priede, egle, bērzs), audzi veidojošo pareto sugu (baltalksnis, apse, melnalksnis) un reto sugu (osis, ozols, vīksna, liepa, kļava, skābardis un dižskābardis) audžu daudzums un vecuma struktūra.

2.7. tabula. Plānotais meža resursu monitoringa parauglaukumus izvēles sadalījums dažādās trofiskajās grupās un edafiskajās rindās

	Oligotrofi	Mezotrofi	Eitrofi
Sausieni	40	70	80
Mitraiņi	20	30	50
Purvaini	20	50	10
Āreņi	30	40	40
Kūdreni	40	40	40

Katrā no grupām parauglaukumus izlozē līdzīgā apjomā 1) jaunaudzēs, 2) vidēja vecuma un briestaudzēs un 3) pieaugušās un pāraugušās audzēs.

Piecu gadu laikā, MSI parauglaukumos paredzēts ierīkot 600 meža daudzveidības monitoringa parauglaukumus.

Visi meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanas parauglaukumi atlasīti pēc nejaušības principa, bet ievērojot audžu proporcionālo sadalījumu pa meža tipiem, pēc valdošās sugas un vecumgrupas. Jāpiemin, ka minimālais atlasītais meža audzes vecums bija 15 gadi, pieņemot, ka daļa no apsekotajām audzēm būs kailcirtes. Izvēlētie parauglaukumi atrodas gan A/S „Latvijas valsts meži”, gan privātpašnieku, kā arī pašvaldības un citu īpašnieku meža audzēs.

Augu sabiedrību novērtējuma metodika

Meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanas parauglaukumus (sugu uzskaitē un projektīvā seguma noteikšanai) ierīkoto koku sugu sastāva inventarizācijas 400 m² (20x20m) lielos laukumos. Ģeobotāniskā apraksta parauglaukuma centrs sakrīt ar MSI parauglaukuma centru, atrodoties tā diagonāļu krustpunktā.

Parauglaukumā veģetācijas aprakstā sugu inventarizācija tiek veikta četros meža audzes pamatstāvos pēc Brauna –Blankē metodes (Braun-Blanquet, 1964):

Koku stāvā (E₃);

Krūmu stāvā (E₂);

Lakstaugu un sīkkrūmu stāvā (E₁);

Sūnu un ķērpju stāvā (E₀).

Koku stāvu veido visi kokaugi, augstāki par 5 m. Krūmu stāvā ietilpst visi koki (pauga, pamežs mežsaimnieciskā izpratnē) un krūmi (pamežs), kuri ir augstāki par vidējo lakstaugu/sīkkrūmu stāva līmeni un sniedzas līdz 5 m augstumam. Lakstaugu un sīkkrūmu stāvu veido lakstaugi, stiebrzāles un sīkkrūmi. Veicot sugu inventarizāciju, lakstaugu stāvā uzskaita arī kokaugus, kuru augstums nepārsniedza E₁ stāva augstumu. Sūnu un ķērpju stāvā ietilpst augsnes sūnas un ķērpji (epigēidi).

Atsevišķu stāvu projektīvo segumu novērtēja pēc acumēra, procentos, tāpat arī katrā stāvā uzskaitīto sugu projektīvo segumu. Ja sugas projektīvais segums novērtēts mazāks par procentu, tad sugu ar nelielu segumu atzīmēja ar “+” zīmi.

Veģetācijas uzskaites rezultāti ir potenciāli attiecināmi uz dažādiem telpiskajiem līmeņiem un interpretējami dažādi. Pietiekami liels skaits veģetācijas uzskaites laukumu dod informāciju gan par veģetācijas attīstības dinamiku kādā konkrētā objektā, gan par atšķirībām starp dažādiem objektiem, gan par veģetācijas dinamiku reģionā. Šajā aspektā tiek lietots alfa, beta un gamma daudzveidības jēdziens (Whittaker 1972):

α -daudzveidība: sugu daudzveidība lokālā mērogā, konkrētā ekosistēmā;

β -daudzveidība: daudzveidības atšķirības starp dažādām ekosistēmām;

γ -daudzveidība: daudzveidība ainavas mērogā, reģionā.

Epifītu un epiksīlu novērtējuma metodika

Lai novērtētu epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju sugu daudzveidību, izmanto nacionālā meža monitoringa parauglaukumus. Kopumā, katrā parauglaukumā izvēlēties četrus dzīvus kokus no dominējošām pirmā un otrā stāva koku sugām ar caurmēru ≥ 10 cm. Pirmkārt, par prioritāti uzskatot pirmā stāva koku sugas. Otrkārt, izvēlēties kokus ar lielāko caurmēru. Parauglaukumos, ja tajos pirmais un otrais stāvs netiek pārstāvēts ar vismaz četrām koku sugām, tad attiecīgi lielāks aprakstītais koku skaits tiks izvēlēts no kokaudzes dominējošās koku sugas. Epifītisko veģetāciju jāraksturo katram izvēlētajam kokam, uzskaitot visas sūnu un ķērpju sugas, norādot to segumu procentos. Dzīvo koku stumbrus, lai tos raksturotu, sadala 20 mazākos laukumos (parauglaukumos). Pirmkārt, nodalot koka ziemeļu (Z), rietumu (R), dienvidu (D) un austrumu (A) puses. Katrā noteiktajā debess pusē epifītus uzskaita, izmantojot 10x50 cm lielu rāmi, to sīkāk iedalot piecos 10x10 cm lielos laukumos. Rāmja īsāko malu (10 cm) horizontāli piestiprinot pie koka 1,30 m augstumā. Epifītu veģetāciju novērtē tikai Z un D pusēs, ja koku caurmērs ≤ 20 cm. Kopumā, sadalot koku piecos laukumos Z, D, R un A pusēs, epifītiskās sugas un to procentuālo segumu nosaka atsevišķi 20 mazākos parauglaukumos uz katra izvēlēta koka. Savukārt, ja izvēlēta koka ar caurmēru ≤ 20 cm, attiecīgi 10 parauglaukumos.

Lai novērtētu sūnu un ķērpju sugu bagātību uz kritālām, izmanto veģetācijas uzskaiti novilkās transektes. Visas sūnu un ķērpju sugas uzskaita uz kritālām, kuras šķērso dotās transektes un kuru caurmērs ≥ 20 cm.

2.3.3. Augu sabiedrību novērtējums Meža resursu monitoringa parauglaukumos

Pamatojums

Lai veiktu ilglaicīgu ekoloģisko un ekonomisko meža ekosistēmu vērtību novērtējumu, meža monitoringa pētījumā ietver ne tikai meža struktūru uzskaiti, bet arī bioloģiskās daudzveidības uzskaiti. Bioloģiskās daudzveidības monitoringam izvēlētas organismu grupas, kas cieši saistītas ar meža dinamiku. Dotajā meža monitoringa programmā paredzēta veģetācijas, kā arī sūnu un ķērpju sugu uzskaiti uz dzīviem kokiem un kritālām. Sūnas un ķērpji ir indikatori gan meža struktūrām un meža dinamikai, gan apkārtējiem vides apstākļiem (Ek et al., 2002). Augu sugu uzskaiti (veģetācijas monitorings) ļauj iegūt datus par izmaiņām mežaudzes florā (veģetācijā) noteiktā laika periodā, kā arī novērtēt dažādus – dabiskas izcelsmes vai saimnieciskās darbības ietekmes rezultātus. Ilgtermiņā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa dati atspoguļotu sugu daudzveidību dažādos meža tipos, vecumgrupās, kā arī reprezentētu reģionālās atšķirības.

Dotā monitoringa izpilde veikta 2021. gadā un atkārtotu sugu uzskaiti monitorējamajos parauglaukumos plānots veikt pēc pieciem gadiem. Šajā pētījumā ir veikta pirmējo datu apstrāde.

Materiāls un metodika (2021)

2021. gadā, bioloģiskās daudzveidības monitoringa trešajā gadā, atlasīti un apsekoti 120 pastāvīgie Nacionālā meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumi (2.4. attēls), kuros kokaudzes pārmērīšanas gads bijis 2020. gads.



2.4. attēls. Nacionālā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2021. gada apsekoto parauglaukumu izvietojums Latvijas teritorijā.

Veģetācijas uzskaite

Veģetācijas uzskaite, atbilstoši pēc augu sabiedrību novērtējuma metodikas, novērtēta visos 120 parauglaukumos 400 m² (20x20m) liels laukumos. Parauglaukumā veģetācijas aprakstā sugu inventarizācija aprakstīta četros mežaudzes pamatstāvos pēc Brauna –Blankē metodes (Braun-Blanquet, 1964).

Datu apstrāde

Katra parauglaukuma datu procentuālais segums noteikts pēc Brauna – Blankē metodes (Braun-Blanquet, 1964) piecu baļļu skalā (1 balle – 0 < 5%; 2 balles – 5 - 25%; 3 balles – 25 - 50%; 4 balles – 50 - 75%; 5 balles – 75 - 100%), kuros uzskaitītas visas lakstaugu un sūnu stāva sugas, ieskaitot ķērpju sugas.

Lakstaugu stāva un sūnu, ķērpju stāva sugu analīzei izmantots Šenona – Vīnera (Shannon-Wiener) daudzveidības indekss, kas raksturo sugu daudzveidību, respektīvi, jo lielāka indeksa vērtība, jo noteiktā parauglaukumā augstāka sugu daudzveidība. Turpmākajos uzskaites posmos

Šenona – Vīnera daudzveidības indekss norādītu konkrētā mežaudzes parauglaukumā kopējo sugu dinamiku laika gaitā.

Datu statistiskajā analizē izmantota programma ar PC-ORD 7.07 (Peck, 2010), kurā veikta sugu daudzveidības analīze detrendētajā korespondentanalīzē (DCA). Ordinācijā izmantoti sugu projektīvā seguma dati un to interpretācijai lietotas Ellenberga ekoloģiskās vērtības (Ellenberg et al., 1992), kas rēķinātas katram parauglaukumam. Vaskulāro augu klasifikācija aprakstīta atbilstoši Englera sistēmai (sēklaugi), bet paparžaugiem – pēc Bobrova klasifikācijas (Gavrilova un Šulcs, 1999). Izmantota lapu un aknu sūnu un ķērpju nomenklatūra saskaņā ar Latvijas ķērpju un sūnu taksonu sarakstu (Āboliņa u. c., 2015).

Datu analīze, lai iegūtie rezultāti būtu reprezentatīvāki, rezultātu apakšnodaļās “Sugu daudzveidība veģetācijas uzskaites parauglaukumos”, “Šenona – Vīnera indekss” un “Detrendētā korespondentanalīze (DCA)” izmantoti tikai 2021. gada dati. Jāuzsver, ka 2019. gada jeb pirmajā monitoringa gadā, apsekoto parauglaukumu tīklojums netika vienmērīgi izvietots visā Latvijas teritorijā, jo atlasīti tikai parauglaukumi, kas K. Ramana izdalītajā ainavzemju sistēmā ietver Piejūras, Austrumkursas, Rietumzemgales, Austrumzemgales, Augšzemes Dienvidvidzemes, Gaujaszemes un Vidzemes augstienes apvidus jeb Rīgas apkaimes reģionā.

Rezultāti (2021)

2021. gadā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa novērtēšanai apsekoti 120 Nacionālā meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumi, iekļaujot gandrīz visus meža tipus, izņemot reti sastopamo grīni un viršu āreni (2.8. tabula). Salīdzinot pasekotos parauglaukumus (sausieņi-35%, slapjaini-13%, purvaini-13%, āreņi-20% un kūdreņi-19%) ar Nacionālā meža monitoringa proporcionālo mežu tipu sadalījumu dažādos augšanas apstākļu tipos Latvijā, redzams, ka izvēlēto parauglaukumu augšanas apstākļu grupas sadalās līdzīgi.

2.8. tabula. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2021. gadā ierīkoto parauglaukumu meža tipa sadalījums

Sausieņi 35%						Slapjaini 13%				Purvaini 13%				Āreņi 20%			Kūdreņi 19%			
S	M	L	D	V	G	Mr	Dm	Vr	Gr	Pv	N	D	L	A	A	A	K	K	K	K
l	r	n	m	r	r	s	s	s	s		d	b	k	m	s	p	v	m	s	p
3	8	8	5	15	3	4	5	3	3	4	7	4	1	3	11	10	4	4	11	4

Ņemot vērā izvēlēto metodiku, 2021. gadā ierīkotie parauglaukumi izvietoti visā valsts teritorijā vienmērīgi, ietverot visas K. Ramana izdalītās ainavzemes, ar dažādām valdošās kokaudzes sugām un vecumiem (2.9. tabula).

2.9. tabula. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2021. gada apsekoto parauglaukumu raksturojums

PL	MT	Valdošā suga	Vecums	Novads	Pagasts	Ainavzeme
1.PL	Kp	B	57	Ludzas nov.	Brīgu p.	Austrumlatgale
2.PL	Dms	E	53	Talsu nov.	Mērsraga p.	Piejūra
3.PL	Nd	Ma	51	Kuldīgas nov.	Alsungas p.	Piejūra
4.PL	Kv	P	43	Daugavpils nov.	Nīcgales p.	Aiviekstes zeme
5.PL	Nd	B	86	Daugavpils nov.	Nīcgales p.	Aiviekstes zeme
6.PL	Ln	P	71	Ventspils nov.	Ances p.	Piejūra
7.PL	As	B	12	Tukuma nov.	Kandavas p.	Austrumkurša

PL	MT	Valdošā suga	Vecums	Novads	Pagasts	Ainavzeme
8.PL	Ks	E	167	Daugavpils nov.	Kalupes p.	Aiviekstes zeme
9.PL	Db	A	izcirtums	Jēkabpils nov.	Atašienes p.	Aiviekstes zeme
10.PL	Pv	P	128	Cēsu nov.	Raiskuma p.	Gaujaszeme
11.PL	Dm	P	104	Ķekavas nov.	Baldones l.t.	Austrumzemgale
12.PL	Ln	P	izcirtums	Ropažu nov.	Garkalnes p.	Piejūra
13.PL	As	B	66	Dienvidkurzemes nov.	Bārtas p.	Piejūra
14.PL	Vr	B	111	Limbažu nov.	Vidrižu p.	Ziemeļvidzeme
15.PL	Vr	Ba	31	Ogres nov.	Birzgales p.	Austrumzemgale
16.PL	Mr	P	29	Ogres nov.	Birzgales p.	Austrumzemgale
17.PL	Grs	Ma	56	Limbažu nov.	Viļķenes p.	Ziemeļvidzeme
18.PL	Ks	E	45	Valmieras nov.	Vecates p.	Ziemeļvidzeme
19.PL	As	Ma	62	Bauskas nov.	Ceraukstes p.	Rietumzemgale
20.PL	As	B	27	Dienvidkurzemes nov.	Gramzdas p.	Rietumkursā
21.PL	Ap	Ma	41	Jēkabpils nov.	Ābeļu p.	Daugavzeme
22.PL	Vr	A	izcirtums	Daugavpils nov.	Biķernieku p.	Latgales augstiene
23.PL	Ap	Go	42	Ludzas nov.	Miglenieku p.	Latgales augstiene
24.PL	Kp	E	68	Daugavpils nov.	Dubnas p.	Latgales augstiene
25.PL	Dm	P	70	Krāslavas nov.	Andzeļu p.	Latgales augstiene
26.PL	Dms	E	38	Madonas nov.	Sarkaņu p.	Aiviekstes zeme
27.PL	Vr	E	116	Cēsu nov.	Līgatnes p.	Vidzemes augstiene
28.PL	Dm	P	22	Jelgavas nov.	Elejas p.	Rietumzemgale
29.PL	Vrs	B	50	Aizkraukles nov.	Mazzalves p.	Austrumzemgale
30.PL	Vr	A	33	Balvu nov.	Bērzpils p.	Aiviekstes zeme
31.PL	Ln	P	66	Bauskas nov.	Iecavas p.	Austrumzemgale
32.PL	Mr	P	119	Ventspils nov.	Ances p.	Piejūra
33.PL	Db	Ma	54	Ludzas nov.	Istras p.	Latgales augstiene
34.PL	Kv	P	33	Talsu nov.	Rojas p.	Piejūra
35.PL	As	B	75	Līvānu nov.	Jersikas p.	Aiviekstes zeme
36.PL	Ks	B	59	Valmieras nov.	Jeru p.	Ziemeļvidzeme
37.PL	Vr	E	73	Dienvidkurzemes nov.	Bārtas p.	Rietumkursā
38.PL	Ln	P	124	Jelgavas nov.	Valgundes p.	Piejūra
39.PL	Nd	P	126	Dienvidkurzemes nov.	Kalvenes p.	Rietumkursā
40.PL	Ap	E	66	Valkas nov.	Zvārtavas p.	Gaujaszeme
41.PL	Km	P	77	Valkas nov.	Zvārtavas p.	Gaujaszeme
42.PL	Dm	B	23	Alūksnes nov.	Alsviķu p.	Austrumvidzeme
43.PL	Lk	Ma	87	Alūksnes nov.	Liepnas p.	Aiviekstes zeme
44.PL	Ap	A	51	Dienvidkurzemes nov.	Kazdangas p.	Rietumkursā
45.PL	Db	B	63	Saldus nov.	Zvārdes p.	Austrumkursā
46.PL	Nd	P	86	Limbažu nov.	Viļķenes p.	Ziemeļvidzeme
47.PL	Am	P	82	Limbažu nov.	Salacas p.	Piejūra
48.PL	Ap	A	izcirtums	Aizkraukles nov.	Mazzalves p.	Austrumzemgale
49.PL	Grs	Ba	8	Bauskas nov.	Gailīšu p.	Rietumzemgale
50.PL	Vr	B	izcirtums	Dobeles nov.	Zebrenes p.	Austrumkursā
51.PL	Mrs	P	81	Ludzas nov.	Salnavas p.	Aiviekstes zeme
52.PL	Vr	Ba	izcirtums	Balvu nov.	Krišjāņu p.	Aiviekstes zeme

PL	MT	Valdošā suga	Vecums	Novads	Pagasts	Ainavzeme
53.PL	Mrs	P	143	Balvu nov.	Kubuļu p.	Aiviekstes zeme
54.PL	Vr	A	5	Saldus nov.	Novadnieku p.	Austrumkursā
55.PL	Vr	A	92	Talsu nov.	Dundagas p.	Austrumkursā
56.PL	Ln	P	69	Rēzeknes nov.	Feimaņu p.	Latgales augstiene
57.PL	Ap	E	50	Gulbenes nov.	Stradu p.	Aiviekstes zeme
58.PL	Dms	P	104	Talsu nov.	Laucienes p.	Austrumkursā
59.PL	Ln	P	126	Balvu nov.	Bērzkalnes p.	Aiviekstes zeme
60.PL	Ks	P	99	Balvu nov.	Bērzkalnes p.	Aiviekstes zeme
61.PL	As	B	71	Dobeles nov.	Zebrenes p.	Austrumkursā
62.PL	Sl	P	67	Ventspils nov.	Tārgales p.	Piejūra
63.PL	Kp	E	61	Madonas nov.	Liezēres p.	Vidzemes augstiene
64.PL	As	P	140	Madonas nov.	Indrānu p.	Aiviekstes zeme
65.PL	Ks	P	129	Madonas nov.	Indrānu p.	Aiviekstes zeme
66.PL	Vr	E	46	Ludzas nov.	Zvirgzdenes p.	Latgales augstiene
67.PL	Sl	P	83	Gulbenes nov.	Lejasciema p.	Gaujaszeme
68.PL	Vrs	E	30	Madonas nov.	Kalsnavas p.	Aiviekstes zeme
69.PL	Ln	P	49	Ventspils nov.	Ugāles p.	Ventaszeme
70.PL	Vr	B	20	Ogres nov.	Mazozolu p.	Vidzemes augstiene
71.PL	Km	P	96	Līvānu nov.	Rudzātu p.	Aiviekstes zeme
72.PL	As	P	71	Tukuma nov.	Vānes p.	Austrumkursā
73.PL	Ap	Ma	54	Madonas nov.	Murmastienes p.	Aiviekstes zeme
74.PL	Vr	E	25	Daugavpils nov.	Līksnas p.	Aiviekstes zeme
75.PL	Kv	P	149	Limbažu nov.	Pāles p.	Ziemeļvidzeme
76.PL	Ks	E	88	Limbažu nov.	Pāles p.	Ziemeļvidzeme
77.PL	Mrs	P	21	Gulbenes nov.	Beļavas p.	Gaujaszeme
78.PL	Mr	P	49	Dienvidkurzemes nov.	Pāvilosta	Piejūra
79.PL	Gr	Ma	42	Preiļu nov.	Aizkalnes p.	Latgales augstiene
80.PL	Ap	E	34	Aizkraukles nov.	Pilskalnes p.	Austrumzemgale
81.PL	Nd	P	118	Krāslavas nov.	Šķaunes p.	Latgales augstiene
82.PL	Grs	Ba	izcirtums	Saldus nov.	Zirņu p.	Ventaszeme
83.PL	Dms	B	17	Kuldīgas nov.	Skrundas p.	Ventaszeme
84.PL	Vr	B	57	Cēsu nov.	Jaunpiebalgas p.	Vidzemes augstiene
85.PL	As	P	101	Kuldīgas nov.	Rendas p.	Ventaszeme
86.PL	Ks	B	58	Gulbenes nov.	Rankas p.	Gaujaszeme
87.PL	Mr	P	34	Kuldīgas nov.	Rumbas p.	Ventaszeme
88.PL	Km	P	100	Jūrmalas pilsēta	Jūrmala	Piejūra
89.PL	Vr	B	45	Ludzas nov.	Rundēnu p.	Latgales augstiene
90.PL	Pv	P	117	Balvu nov.	Rugāju p.	Aiviekstes zeme
91.PL	Gr	Oz	135	Talsu nov.	Abavas p.	Austrumkursā
92.PL	Dms	P	117	Saldus nov.	Gaiķu p.	Austrumkursā
93.PL	Mr	P	104	Valmieras nov.	Sedas lauku teritorija	Gaujaszeme
94.PL	Db	Ba	22	Jēkabpils nov.	Sēlpils p.	Augšzeme
95.PL	Gr	Os	104	Daugavpils nov.	Šēderes p.	Augšzeme
96.PL	Sl	P	188	Talsu nov.	Dundagas p.	Piejūra
97.PL	Kv	P	59	Madonas nov.	Barkavas p.	Aiviekstes zeme

PL	MT	Valdošā suga	Vecums	Novads	Pagasts	Ainavzeme
98.PL	Ap	B	97	Bauskas nov.	Vecumnieku p.	Austrumzemgale
99.PL	Ks	P	76	Talsu nov.	Libagu p.	Ventaszeme
100.PL	Kp	B	67	Madonas nov.	Varakļānu p.	Aiviekstes zeme
101.PL	Nd	B	70	Alūksnes nov.	Alsviķu p.	Austrumvidzeme
102.PL	Ap	A	61	Jēkabpils nov.	Rubenes p.	Augšzeme
103.PL	Mr	P	92	Rīgas nov.	Stopiņu p.	Piejūra
104.PL	Ks	B	41	Daugavpils nov.	Liksnas p.	Daugavzeme
105.PL	Ks	P	izcirtums	Jēkabpils nov.	Variešu p.	Aiviekstes zeme
106.PL	Dm	E	izcirtums	Valkas nov.	Kārķu p.	Ziemeļvidzeme
107.PL	Ks	P	175	Ogres nov.	Madlienas p.	Dienvidvidzeme
108.PL	Am	P	132	Dienvidkurzemes nov.	Vērgales p.	Piejūra
109.PL	Mrs	P	65	Talsu nov.	Dundagas p.	Piejūra
110.PL	As	B	izcirtums	Valkas nov.	Vijciema p.	Gaujaszeme
111.PL	Ln	P	113	Limbažu nov.	Staiķeles l t	Ziemeļvidzeme
112.PL	As	E	117	Alūksnes nov.	Virešu p.	Gaujaszeme
113.PL	Nd	B	75	Alūksnes nov.	Peddes p.	Aiviekstes zeme
114.PL	Pv	P	44	Limbažu nov.	Alojas lauku t.	Ziemeļvidzeme
115.PL	Km	P	58	Limbažu nov.	Alojas lauku t.	Ziemeļvidzeme
116.PL	Mr	P	113	Ropažu nov.	Ropažu p.	Piejūra
117.PL	Mr	P	123	Ropažu nov.	Ropažu p.	Piejūra
118.PL	Pv	P	115	Jēkabpils nov.	Kalna p.	Augšzeme
119.PL	Km	P	124	Jēkabpils nov.	Kalna p.	Augšzeme
120.PL	Vrs	P	103	Bauskas nov.	Vecumnieku p.	Austrumzemgale

Sugu daudzveidība veģetācijas uzskaites parauglaukumos

Balstoties uz izvēlēto bioloģiskās daudzveidības monitoringa metodiku, 2021. gadā apsektajos 120 parauglaukumos koku stāvā (E3) uzskaitīti 19 koku taksoni, krūmu un koku stāvā (E2) - 37 taksoni, lakstaugu stāvā (E1) 244 taksoni, bet 72 taksoni konstatēti sūnu un ķērpju stāvā (1. pielikums).

Vislielākais sugu skaits monitoringa ietvaros noteikts parauglaukumos, kuros veikta galvenā cirte, piemēram, "110.PL" un "61.PL" un uzskaites parauglaukumos "102", "72.PL", parauglaukumos, kas atrodas ekotona zonā. Savukārt lielākais konstatēto lakstaugu un sūnu sugu skaits, novērojams slapjajos meža tipos, kā arī platlapju susinātajās mežaudzēs.

Aplūkojot 120 parauglaukuma rezultātus, redzams, ka visizplatītākās jeb biežāk 2021. gada datus sastopamās lakstaugu sugas ir *Vaccinium myrtillus* (sastopama 77 parauglaukumos), *Vaccinium vitis-idaea* (60 parauglaukumos) un *Picea abies* (60 parauglaukumos). Visbiežāk konstatētās sūnas - *Pleurozium schreberi* (79 parauglaukumos) un *Hylocomium splendens* (80 parauglaukumos) un *Dicranum polysetum* (67 parauglaukumos). Liela daļa no vaskulāro augu sugām uzskaitītas tikai vienā parauglaukumā (124 taksoni) (1. pielikums).

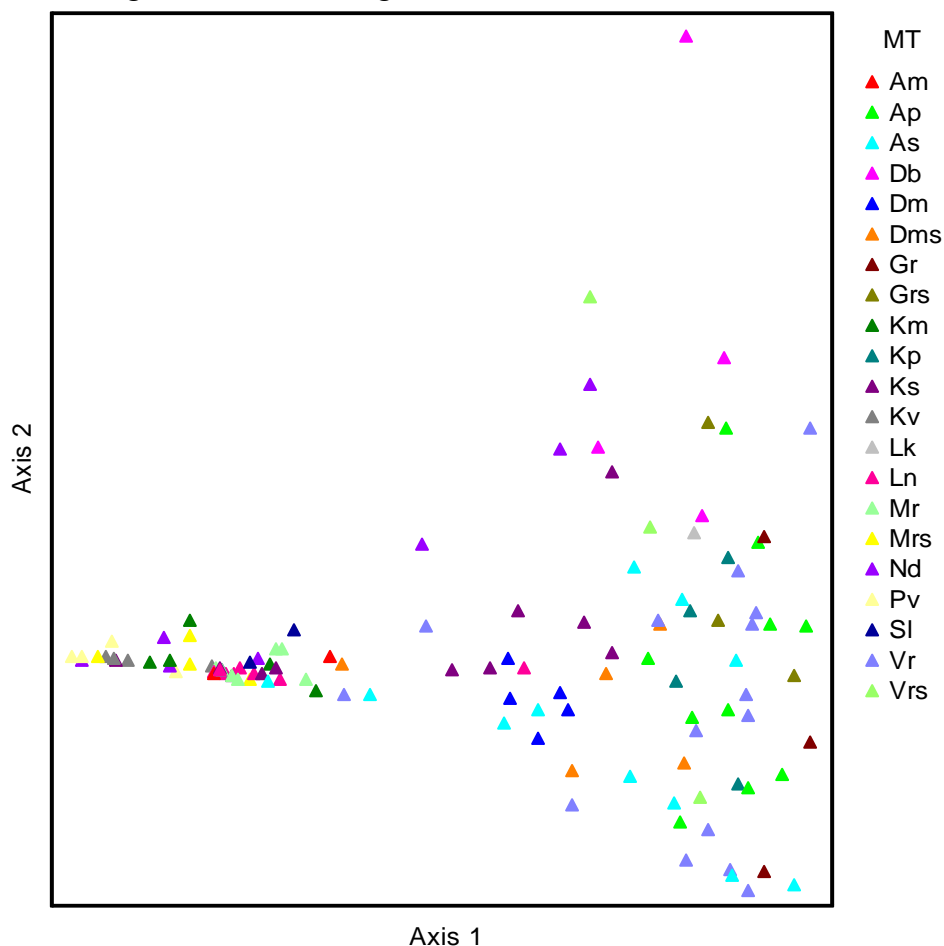
Apsektajos monitoringa parauglaukumos konstatētas gan aizsargājamās lakstaugu un krūmu sugas – *Euonymus verrucosa*, *Dactylorhiza sp*, *Platanthera sp*, *Lycopodium annotinum*, *Sanicula europaea*, u.c., Nacionālā meža monitoringa parauglaukumos konstatētas arī invazīvās un introducētās sugas – *Amelanchier spicata*, *Impatiens parviflora*, *Lonicera caprifolium*, *Solidago canadensis* un citas (1. pielikums).

Šenona – Vīnera indekss

Raksturojot sugu daudzveidību, aprēķināts katra parauglaukuma daudzveidības indekss dažādos meža tipos. Augstākās Šenona – Vīnera indeksa vērtības vērojamas susinātos meža tipos, šaurapu āķenī un platlapju kūdrēnī, attiecīgi, parauglaukumos "110.PL" (3,733), "72.PL" un "102.PL" (3,549), bet zemākās indeksa vērtības – mētrāju audzēs "16.PL" (1,366) un "116.PL" (1,473) (2. pielikums). Jāuzsver, ka gan dabiskie traucējumi, gan arī cilvēka radītie traucējumi, piemēram, vienlaidus atjaunošanas cirte (kailcirte), skaitliski palielina sugu skaitu noteiktajam meža tipam saistībā ar neraksturīgo sugu, galvenokārt pioniersugu īpatsvaru.

Detrendētā korespondentanalīze (DCA)

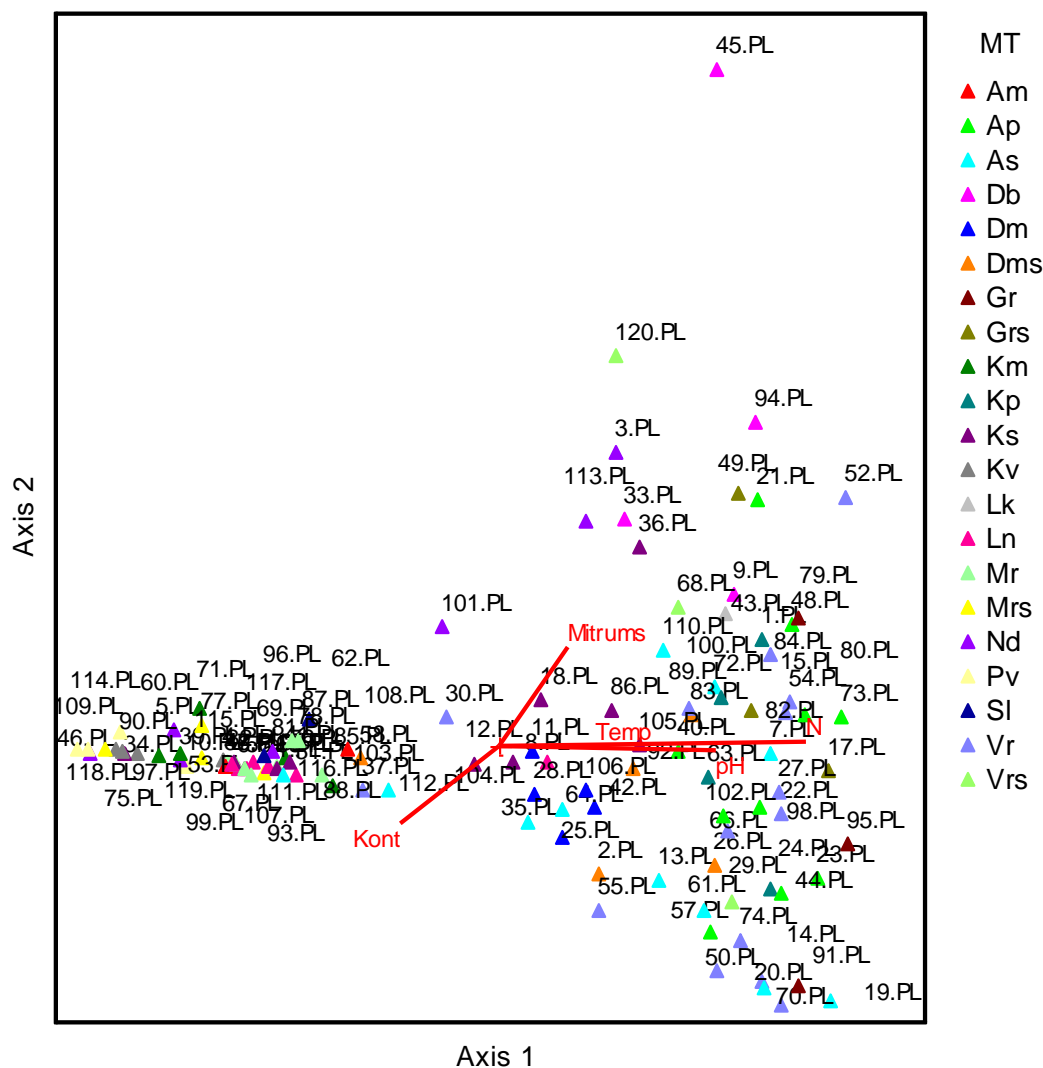
Veicot DCA ordināciju, apkopojot 2021. gada uzskaites datus, redzams sugu sastāva līdzības/atšķirības starp apsekotajiem meža tiptiem (2.5. attēls). Viena meža tipa parauglaukumu izvietojums reti veido vienu klāsteri, piemēram, sils. Uzskatāmi redzams, ka vairumā gadījumu, viena meža tipa audzes negrupējas vienkopus. Klāsteru neveidošana oordinācijā varētu būt skaidrojams gan ar to, ka daļā no parauglaukumiem notikusi saimnieciskā darbība, proti, kopšanas, sanitārās cirtes vai vienlaidus atjaunošanas cirtes (kailcirtes) – kā piemēri minami parauglaukumi "8.PL", "48.PL", "50.PL", "52.PL" u.c., gan tas, ka vienam meža tipam nereti valdaudzi veido dažādas koku sugas, kas ietekmē arī lakstaugu un sūnu stāva sugu sastāvu.



2.5. attēls. DCA ordinācija apsekotajiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem.

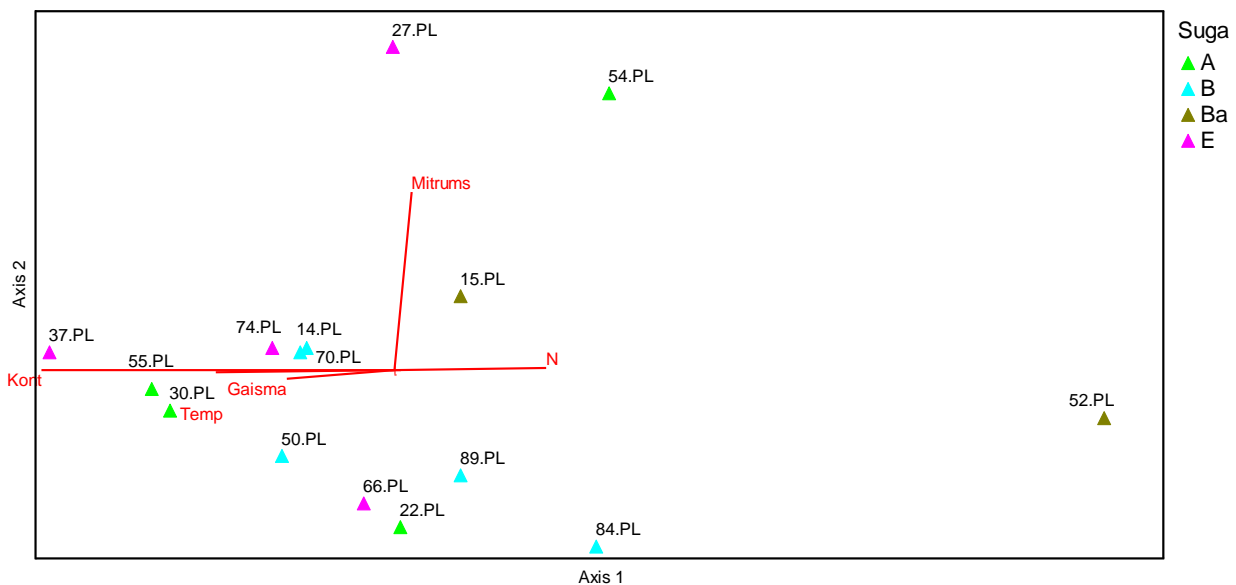
Veģētācijas sugu sastāva saistība ir būtiska ar izvēlētajām Ellenberga un Dilla vērtībām. Sugu sastāva galvenie ietekmējoši faktori – slāpeklis, augtenese reakcija. Šie faktori ir svarīgi meža tipu augu sabiedrībām, kas atrodas uz mezotrofām, mezoeitrofām vai eitrofām augsnēm (2.6. attēls). DCA ordinācijā redzams, ka izdalās dažādas meža tipu grupas – piemēram, oligotrofo mežu grupas, kur

sugu sastāvam raksturīgas gaismprasīgas sugas (piem., vairums *Cladonia* ģints sugas, *Calluna vulgaris*) un kontinentālās sugas (*Vaccinium myrtillus*, *Hylocomnium splendens*, *Polytrichum commune*, *Pinus sylvestris*, *Rubus saxatilis*).



2.6. attēls. DCA ordinācija ar Ellenberga vērtībām apsekotajiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem.

Katrā no monitoringa gadiem apsekoto parauglaukumu meža tipu proporcijas mainās, bet, lai piecos gados iegūtu reprezentatīvus rādītājus, katru gadu tiek apsekoti gandrīz visi Latvijā izdalītie meža tipi, bet mazā skaitā. Kā izņēmums jāmin vēris – biežāk sastopamākais meža tips Latvijā, kas šogad raksturots 15 parauglaukumos. Kā piemēru aplūkojot DCA ordināciju vēra meža tipam, redzama liela augu sabiedrības izkliede meža viena tipa ietvaros. Konstatēts, ka būtiska saistība sugu sastāvam vērī ir saistīta ar kontinentalitāti un mitrumu. Audze, lai gan meža tipoloģijā apzīmēta kā vēris, pēc valdošās kokaudzes atšķiras (*Alnus incana*, *Picea abies*, *Populus tremula* un *Betula sp.*), kā arī atšķirīgs faktoru ietekme – gan mitruma režīms, augsnes īpašības, saimnieciskā darbība, kā arī parauglaukumu ģeogrāfiskajam novietojumam, kuru rezultātu summa savukārt ietekmē sugu sastāvu līdzību vai atšķirību viena meža tipa ietvaros (2.7. attēls).



2.7. attēls. DCA ordinācija ar Ellenberga vērtībām apsekotajiem parauglaukumiem vēra meža tipam.

Secinājumi

Līdzīgi kā iepriekšējo divu gadu dati, arī šogad pirmējie rezultāti par 2021. gada datiem, norāda, ka Nacionālā meža monitoringā iegūtajiem rezultātiem šobrīd vairāk ir uzkrājoša nozīme, jo dati ir daudzveidīgi – ar mazu atkārtojuma skaitu. Novērtējot dažādus meža tipus ar atšķirīgām kokaudzes valdošajām sugām, dažādām vecumstruktūrām un audzes vecumiem, iegūtie rezultāti apliecina vispārzināmus faktus. Nākotnē, atkārtoti pārņemot šos parauglaukumus, iegūtie pētījuma rezultāti ļautu novērtēt vaskulāro augu, sūnaugu un ķērpju seguma un sastopamības izmaiņas.

Analizējot veģetācijas parauglaukumu ordināciju, redzams, ka mežaudzēs ar mezoeitrofām vai eitrofās augsnēm, vērojama lielāka lakstaugu daudzveidība kā oligotrofās augsnēs. Pētījuma gaitā, veicot bioloģiskās daudzveidības monitoringu, būtu iespējams noteikt kā mainās vaskulāro augu daudzveidību dažāda tipa mežos.

Veicot 2021. gada bioloģiskās daudzveidības monitoringa uzskaiti, noteikts, ka desmit objektos 2020. vai 2021. gadā veikta kailcirte. Datu ievākšana parauglaukumos tajā pašā gadā un gadu vēlāk pēc mežistrādes nodrošina iespēju, ka nākamajos bioloģiskās daudzveidības uzskaites cikla posmos varēs novērot sugu attīstības dinamiku noteiktā laika posmā, kā arī noteikt laika intervālu, kas nepieciešams, lai konkrētajā meža tipā izveidots stabila un tam raksturīgā augu sabiedrība.

2.3.4. Epifītu un epiksīlu novērtējums Meža resursu monitoringa parauglaukumos

Pamatojums

Epifītiskās un epiksīlās sūnas un ķērpji ir ļoti saistīti ar esošo meža struktūru un ir specifiski noteiktam mikrobiotopam. Epifītisko sugu izplatība ir rezultāts vairāku biotopam raksturīgu faktoru savstarpējai mijiedarbībai (Stebel, Fojcik 2016). Pateicoties epifītu unikālajām dzīvotņu īpašībām un jutīgumam pret izmaiņām apkārtējā vidē, epifītiskās sūnas un ķērpji spēj būt ļoti indikatori (Suško 1998) un spēj raksturot meža ekosistēmas funkcijas. Pētījumi, kas ietver epifītu daudzveidības monitoringu, norāda uz vairākām savstarpējām likumsakarībām. Piemēram var minēt, epifītu saistību ar klimata izmaiņām, ar esošo koku sugu sastāvu un to variācijām, ar meža apsaimniekošanas

intensitāti, kā arī netieša cilvēka ietekmi uz sugu daudzveidību (Will-Wolf et al. 2002). Ņemot vērā pētījuma mērogu, iegūtie rezultāti var atspoguļot sugu izplatību ne tikai noteiktā biotopā, bet pat ainavas līmenī.

Dotā pētījuma mērķis ir veikt epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju sugu daudzveidības uzskaiti nacionālā meža monitoringa ietvaros. Turpmāk darbā apkopoti 2021. gadā iegūtie rezultāti, lai analizētu epifītu un epiksīlo sugu daudzveidību.

Materiāls un metodika (2021)

Lai novērtētu epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju sugu daudzveidību 2021. gadā, izmantoti nacionālā meža monitoringa parauglaukumi. Atbilstoši metodikai, uzskaitītas visas sūnu un ķērpju sugas, norādot to segumu procentos. Lai novērtētu sūnu un ķērpju sugu bagātību uz kritalām, izmatotas veģetācijas uzskaitē novilkās transektes. Visas sūnu un ķērpju sugas uzskaitītas uz kritalām, kuras šķērsoja dotās transektes un kuru caurmērs ≥ 20 cm.

Lielākā daļa sugu noteiktas dabā. Ievāktie sugu paraugi noteikti laboratorijas apstākļos balstoties uz makro, mikro morfoloģiskajām un ķīmiskajām īpašībām. Kategorijā indikatorsugas iekļautas dabisko meža biotopu indikatorsugas un specifiskās sugas (Ek et al., 2002). Izmantota lapu un aknu sūnu un ķērpju nomenklatūra saskaņā ar Latvijas ķērpju un sūnu taksonu sarakstu (Āboliņa u. c., 2015).

Datu statistiskajā analīzē izmantota programma PC-ORD (Peck, 2010), kurā veikta sugu daudzveidības analīze detrendētajā korespondentanalīzē (DCA). Ordinācijā iekļauti sugu sastopamības dati.

Rezultāti

Apsekoto substrātu daudzveidība

Lai novērtētu epifītisko sūnu un ķērpju daudzveidību apsekoti 120 nacionālā meža monitoringa parauglaukumi. Balstoties uz izvēlēto bioloģiskās daudzveidības monitoringa metodiku, sūnu un ķērpju sugas un to projektīvais segums uz dzīviem kokiem noteikts 111 parauglaukumos, savukārt sugu skaits uz kritalām attiecīgi 41 parauglaukumā (3. pielikums). Kopumā epifītisko sūnu un ķērpju sugas uzskaitītas uz 438 dzīviem kokiem, pārstāvēt 15 koku sugas (3. pielikums).

Ņemot vērā izvēlēto metodiku, visvairāk apsekotās koku sugu bija: *Pinus sylvestris* (156 koki), *Picea abies* (97 koki), *Betula pendula* (83 koki) un *Alnus glutinosa* (29 koki) (3. pielikums). Pārējo koku sugu sadalījums bija sekojošs: *Alnus incana* – 24 koki, *Populus tremula* – 12 koki, *Quercus robur* – 8 koki, *Ulmus sp.* un *Acer platanoides* attiecīgi katrai sugai – 7 koki, *Salix caprea* – 5 koki, *Fraxinus excelsior* – 3 koki, *Tilia cordata*, *Sorbus aucuparia* un *Malus sp.* attiecīgi karai sugai – 2 koki. Savukārt koku suga *Salix sp.* tika pārstāvēta ar vienu substrātu (3. pielikums). Apsekoto dzīvo koku skaits parauglaukumos variēja no viena līdz četriem substrātiem.

Bioloģiskās daudzveidības monitoringa ietvaros, sūnu un ķērpju sugas apsekotajos parauglaukumos uzskatītas uz 86 kritalām (3. pielikums). Apsekoto kritalu skaits parauglaukumos variēja no viena līdz septiņiem substrātiem.

Epifītu daudzveidība

Rezultātā uz dzīvajiem kokiem noteiktas 69 epifītu sugas, no kurām 27 sūnaugi un 42 ķērpju taksoni (1. tabula). Visizplatītākās sūnu sugas bija *Hypnum cupressiforme* (konstatēta 34 parauglaukumos) un *Dicranum montanum* (29 parauglaukumos). Plaši sastopamas sūnu sugas bija arī *Radula complanata* (28 parauglaukumos), *Dicranum scoparium* (27 parauglaukumos) un *Ptilidium pulcherrimum* (25 parauglaukumos).

No ķērpju sugām visbiežāk sastopamās bija *Lepraria* ģints sugas, kas noteiktas lielākajā daļā no apsekotajiem parauglaukumiem (105 parauglaukumos). Bieži konstatētas arī ķērpju sugas:

Hypogymnia physodes (75 parauglāukumos), *Cladonia* ģints sugas (67 parauglāukumos), kā arī tieši ķērpju suga *Cladonia coniocrea* (61 parauglāukumā). Epifīti *Phlyctis argena* un *Parmeliopsis ambigua* arī bija vienas no visvairāk uzskaitītajām sugām – attiecīgi 52 un 54 parauglāukumos. (2.10. tabula).

2.10. tabula. Epifītisko sūnu un ķērpju sugu saraksts un to sastopamība apsekotajos parauglāukumos 2021. gadā (n=111). Apzīmējumi: * indikatorsuga, speciālā biotopu suga

Sūnu suga	Sastopamība	Ķērpju suga	Sastopamība
<i>Amblystegium serpens</i>	5	<i>Chaenotheca sp.</i>	4
<i>Amblystegium sp.</i>	2	<i>Cladonia coniocrea</i>	61
<i>Brachythecium rutabulum</i>	8	<i>Cladonia digitata</i>	2
<i>Brachythecium sp.</i>	2	<i>Cladonia fimbriata</i>	12
<i>Dicranum montanum</i>	29	<i>Cladonia sp.</i>	67
<i>Dicranum polysetum</i>	4	<i>Evernia prunastri</i>	8
<i>Dicranum scoparium</i>	27	<i>Graphis scripta*</i>	15
<i>Dicranum sp.</i>	1	<i>Graphis sp.</i>	1
<i>Eurhynchium angustirete</i>	3	<i>Hypocenomyce scalaris</i>	12
<i>Frullania dilatata</i>	3	<i>Hypocenomyce sp.</i>	9
<i>Hylocomium splendens</i>	2	<i>Hypogymnia physodes</i>	75
<i>Hypnum cupressiforme</i>	34	<i>Hypogymnia tubulosa</i>	1
<i>Lophocolea heterophylla</i>	13	<i>Lecanactis abietina*</i>	4
<i>Metzgeria furcata*</i>	1	<i>Lecanora argentea</i>	24
<i>Orthotrichum affine</i>	3	<i>Lecanora sp.</i>	16
<i>Orthotrichum sp.</i>	17	<i>Lecidella sp.</i>	27
<i>Orthotrichum speciosum</i>	11	<i>Lepraria sp.</i>	105
<i>Plagiothecium laetum</i>	2	<i>Melanelixia sp.</i>	7
<i>Plagiothecium sp.</i>	2	<i>Menegazzia terebrata*</i>	1
<i>Platygyrium repens</i>	4	<i>Mycoblastus sanguinarius*</i>	1
<i>Pleurozium schreberi</i>	4	<i>Opegrapha rufescens</i>	6
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	25	<i>Opegrapha sp.</i>	20
<i>Pylaisia polyantha</i>	17	<i>Parmelia sulcata</i>	27
<i>Radula complanata</i>	28	<i>Parmeliopsis ambigua</i>	54
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	1	<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	2
<i>Tetraphis pellucida</i>	3	<i>Pertusaria amara</i>	5
<i>Ulota crispa*</i>	6	<i>Pertusaria sp.</i>	2
Ķērpju suga		<i>Phlyctis argena</i>	52
<i>Acrocordia gemmata*</i>	3	<i>Physcia sp.</i>	1
<i>Acrocordia sp.</i>	2	<i>Platismatia glauca</i>	23
<i>Arthonia radiata</i>	9	<i>Pseudoevernia furfuracea</i>	2
<i>Arthonia sp.</i>	11	<i>Usnea hirta</i>	3
<i>Arthonia spadicea*</i>	8	<i>Usnea sp.</i>	3
<i>Bacidia rubella*</i>	1	<i>Vulpicida pinastri</i>	17
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	21	<i>Xanthoria parietina</i>	1

Apsekotajās teritorijās uz izvēlētajiem kokiem noteiktas arī retās un aizsargājamās sugas, proti, divas sūnu sugas un septiņas ķērpju sugas. Visbiežāk sastopamā bija dabisko meža biotopu ķērpju indikatorsuga – *Graphis scripta* (15 parauglāukumos). Astoņos parauglāukumos uzskaitīta arī dabisko

biotopu ķērpju indikatorsuga *Arthonia spadicea*, bet no sūnu sugām visbiežāk sastopama bija indikatorsuga – *Ulotia crispa* (6 parauglukumos).

Uzskaitīta viena dabisko meža biotopu specifiskā suga: ķērpju suga *Menegazzia terebrata* (konstatēta vienā parauglukumā) (Auniņš, 2013) (2.10. tabula). Divām ķērpju sugām: *Menegazzia terebrata* un *Mycoblastus sanguinarius* ir veidojami mikroliegumi (Moisejevs 2016).

Lielākā epifītisko ķērpju sugu bagātība konstatēta purvājā “10.PL” (14 sugas) un dumbrājā “45.PL” (12 sugas). Liels ķērpju sugu skaits uz apsekotajiem dzīvajiem kokiem konstatēts arī slapjajā mētrājā “51.PL” un lieknā “43.PL” – katrā 11 epifītu sugas (4. pielikums). No visiem apsekotajiem parauglukumiem tikai nedaudz vairāk nekā pusē (61 parauglukumā) uz kokiem konstatētas epifītiskās sūnu sugas. Lielākais epifītisko sūnu sugu skaits noteikts platlapju ārenī “98.PL” un šaurlapju ārenī “61.PL” (9 sūnu sugas katrā parauglukumā). Kopumā epifītiskās indikatorsugas uzskaitītas 31 parauglukumā. (4. pielikums). Visbagātākās audze ar sūnu un ķērpju indikatorsugām bija lieknā “43.PL” – attiecīgi trīs sugas parauglukumā (4. pielikums).

Epifītu saistība ar koka sugu

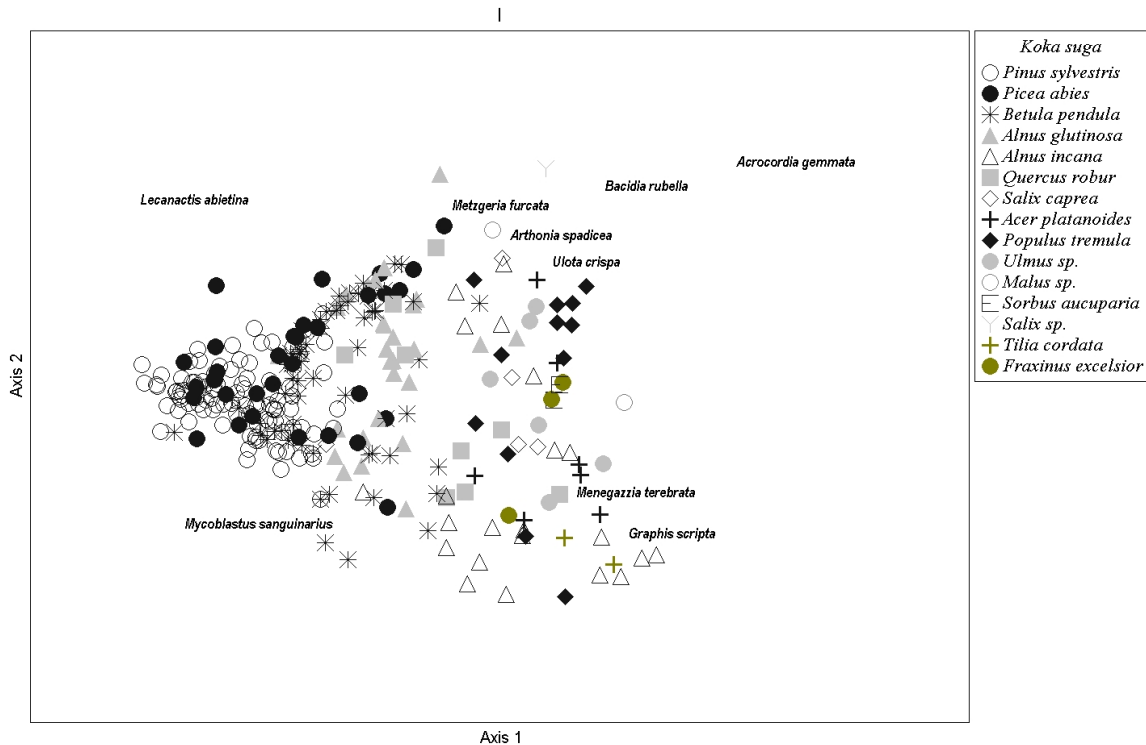
Rezultāti rāda, ka lielākais kopējo sūnu un ķērpju sugu skaits konstatēts uz koku sugām *Alnus glutinosa* (21 sūnaugi un 20 ķērpju sugas), *Betula pendula* (12 sūnaugi un 22 ķērpju sugas), *Pinus sylvestris* (5 sūnaugi un 25 ķērpju sugas) un *Quercus robur* (11 sūnaugi un 15 ķērpju sugas) (2.11. tabula).

Liels ķērpju sugu skaits noteikts arī uz koku sugām *Alnus incana* un *Picea abies* (attiecīgi 14 ķērpju sugas uz katra substrāta). Savukārt sūnu sugām bagātāki bija arī *Populus tremula* un *Alnus incana* koku sugas (10 sūnu sugas un katra substrāta). Lielākais indikatorsugu skaits konstatēts uz koku sugas *Alnus glutinosa* (5 sugas) (2.11. tabula).

Analizējot sugu sastopamību uz apsekotajiem substrātiem, rezultāti rāda, ka gan sūnu sugu, gan ķērpju sugu sastāvs ir atšķirīgs starp dažādām koku sugām (2.11. attēls). DCA ordinācijā ir redzams, ka sugu sastāvs ir atšķirīgs starp skujkokiem un lapu kokiem. Lielāka indikatorsugu daudzveidība abās taksonomiskajās grupās saistīta ar lapu kokiem (2.8. attēls). Izņēmums ir ķērpju suga *Lecanactis abietina*, kas ir saistīta ar skujkokiem, proti, *Picea abies* klātbūtni.

2.11. tabula. Sūnu un ķērpju sugu skaits uz apsekotajām koku sugām

Koku suga (n=438)	Kopējais ķērpju sugu skaits	Kopējais sūnu sugu skaits	Kopējais epifītisko indikatorsugu skaits
<i>Pinus sylvestris</i> (156)	25	5	-
<i>Betula pendula</i> (83)	22	13	3
<i>Alnus glutinosa</i> (29)	20	21	5
<i>Quercus robur</i> (8)	15	11	2
<i>Alnus incana</i> (24)	14	10	3
<i>Picea abies</i> (97)	14	10	2
<i>Populus tremula</i> (12)	10	10	2
<i>Acer platanoides</i> (7)	8	6	1
<i>Ulmus sp.</i> (7)	7	5	2
<i>Salix caprea</i> (5)	6	7	-
<i>Fraxinus excelsior</i> (3)	6	5	1
<i>Malus sp.</i> (2)	3	7	-
<i>Sorbus aucuparia</i> (2)	3	3	-
<i>Tilia cordata</i> (2)	3	-	1
<i>Salix sp.</i> (1)	-	3	-



2.8. attēls. DCA ordinācija epifītisko sugu sastopamībai uz apsekotajām koku sugām.

Epiksīlu daudzveidība

Apsēkotajos parauglaukumos 2021. gadā uz kritālām uzskaitītas 64 epiksīlās sugas, no kurām 47 sūnu sugas un 17 ķērpju sugas (2.12. tabula). Visbiežāk sastopamās sūnu sugas bija *Pleurozium schreberi* (25 parauglaukumos) un *Hypnum cupressiforme* (22 parauglaukumos). Savukārt visizplatītākā ķērpju suga uz apsekotajām kritālām bija *Cladonia coniocraea* (18 parauglaukumos).

2.12. tabula. Epiksīlo sūnu sugu saraksts un to sastopamība apsekotajos parauglaukumos (n=41)

Sūnu suga	Sastopamība	Sūnu suga	Sastopamība
<i>Amblystegium serpens</i>	3	<i>Pleurozium schreberi</i>	25
<i>Anomodon longifolius*</i>	1	<i>Polytrichum commune</i>	1
<i>Aulacomnium palustre</i>	1	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	17
<i>Aulacomnium androgynum</i>	1	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	1
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	1	<i>Pylaisia polyantha</i>	1
<i>Brachythecium rutabulum</i>	21	<i>Radula complanata</i>	4
<i>Brachythecium salebrosum</i>	2	<i>Rhizomnium punctatum</i>	3
<i>Brachythecium sp.</i>	2	<i>Rhizomnium sp.</i>	1
<i>Calliergonella cuspidata</i>	2	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	8
<i>Calypogeia sp.</i>	1	<i>Sanionia uncinata</i>	1
<i>Chiloscyphus pallescens</i>	3	<i>Sphagnum girgensohnii</i>	2
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	3	<i>Tetraphis pellucida</i>	2
<i>Climacium dendroides</i>	4	<i>Thuidium tamariscinum</i>	2
<i>Dicranum montanum</i>	9	<i>Ulota crispa*</i>	1
<i>Dicranum polysetum</i>	17	Ķērpju suga	

Sūnu suga	Sastopamība	Sūnu suga	Sastopamība
<i>Dicranum scoparium</i>	12	<i>Cladonia arbuscula</i>	1
<i>Eurhynchium angustirete</i>	6	<i>Cladonia coniocraea</i>	18
<i>Anastrophyllum hellerianum*</i>	2	<i>Cladonia digitata</i>	3
<i>Herzogiella seligeri</i>	7	<i>Cladonia sp.</i>	6
<i>Hylocomium splendens</i>	18	<i>Cladonia sulphurina</i>	1
<i>Hypnum cupressiforme</i>	22	<i>Evernia prunastri</i>	1
<i>Lepidozia reptans</i>	3	<i>Hypogymnia physodes</i>	14
<i>Leucodon sciuroides</i>	1	<i>Lecidella sp.</i>	1
<i>Lophocolea heterophylla</i>	12	<i>Lepraria sp.</i>	4
<i>Nowellia curvifolia*</i>	12	<i>Parmelia sulcata</i>	4
<i>Odontoschisma denudatum*</i>	3	<i>Parmeliopsis ambigua</i>	3
<i>Orthotrichum sp.</i>	3	<i>Phlyctis argena</i>	6
<i>Orthotrichum speciosum</i>	1	<i>Platismatia glauca</i>	5
<i>Plagiochila asplenoides</i>	3	<i>Pseudoevernia furfuracea</i>	1
<i>Plagiomnium affine</i>	5	<i>Ramalina fraxinea</i>	1
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	7	<i>Usnea sp.</i>	1
<i>Plagiomnium undulatum</i>	1	<i>Vulpicida lupulina</i>	3
<i>Platygyrium repens</i>	2		

Uz kritalām konstatētas piecas dabisko mežu biotopu indikatorsugas, no kurām divas ir epifitiskās indikatorsugas, proti, *Anomodon longifolius* un *Ulota crispa* (katra no tām konstatēta vienā parauglaukumā). Uzskaitītas trīs epiksīlās sūnu sugas – *Nowellia curvifolia* (12 parauglaukumos), *Odontoschisma denudatum* (trīs parauglaukumos) un *Anastrophyllum hellerianum* (divos parauglaukumos) (2.12. tabula). Abas epiksīlās sūnu sugas *Odontoschisma denudatum* un *Anastrophyllum hellerianum* ir speciālās biotopu sugas. Liela daļa no sugām konstatētas tikai vienā apsekotajā parauglaukumā (20 epiksīlās sugas).

Lielākā epiksīlo sugu bagātība konstatēta parauglaukumos platlapju ārenis “40.PL” (21 suga) un slapjajā damaksnī “58.PL” (18 sugas), kā arī slapjajā mētrājā “53.PL” un gāršā “95.PL” (katrā 17 sugas) (4. pielikums).

Divpadsmit parauglaukumos konstatēta vismaz viena indikatorsuga uz apsekotajām kritalām. Visbiežāk sastopamā uz kritalām bija sūnu indikatorsuga *Nowellia curvifolia* (12 parauglaukumos). Vislielākā epiksīlo sugu bagātība konstatēta uz koku sugām *Picea abies* un *Pinus sylvestris* (42 un 36 sugas). Pētījuma rezultāti rāda, ka visvairāk sugas noteiktas uz kritalām otrajā un trešajā sadalīšanās pakāpē. Savukārt vislielākais indikatorsugu skaits noteikts kritalām trešajā sadalīšanās pakāpē (2.13. tabula).

2.13. tabula. Sugu skaits uz apsekotajām kritalām

Koka suga	Substrātu skaits	Kopējais sugu skaits	Epiksīlo indikatorsugu skaits
<i>Picea abies</i>	23	42	3
<i>Pinus sylvestris</i>	26	36	3
<i>Betula pendula</i>	18	34	-
<i>Alnus glutinosa</i>	3	14	
<i>Fraxinus excelsior</i>	5	13	
<i>Alnus incana</i>	4	9	-
<i>Populus tremula</i>	1	5	-

Koka suga	Substrātu skaits	Kopējais sugu skaits	Epiksīlo indikatorsugu skaits
Sadalīšanās pakāpe			
I	7	21	-
II	48	49	2
III	18	40	3
IV	10	30	2
V	3	8	-

Secinājumi

2021. gada meža monitoringa ietvaros veiktā epifītu uzskaitē rāda, ka apsekotajos parauglaukumos dominēja skuju koku sugas *Picea abies*, *Pinus sylvestris* un lapu koku suga *Betula pendula*. Tas varētu arī daļēji izskaidrot bagātīgo epifītu daudzveidību uz šīm koku sugām (*Pinus sylvestris* un *Betula pendula*). Lielāka sugu daudzveidība konstatēta ķērpju taksonomiskajā grupā. Attiecīgi arī lielāks indikatorsugu skaits saistīts ar ķērpjiem.

pētījums parāda, ka sūnu un ķērpju sugu daudzveidība ir saistīta ar dotās audzes esošo koku sugu sastāvu. Epifītu sugu flora atšķiras starp skuju kokiem un lapu kokiem. Lielāka epifītu indikatorsugu bagātība saistīta ar lapu koku klātbūtni. Lai arī liels ķērpju sugu skaits atrodams uz skuju kokiem, tomēr reto un aizsargājamo ķērpju sastopamību lielākoties nosaka lapu koku esamība. Savukārt sūnu indikatorsugas pārsvarā sastopamas uz lapu kokiem.

Rezultāti rāda, ka apsekotajos parauglaukumos sastopama noteikta epiksīlu flora, kuru lielākoties veido sūnu sugas. Lielāka sugu bagātība, tai skaitā epiksīlo indikatorsugu bagātība saistīta ar nedaudz un vidēji sadalījušos koksnī (II, III un IV sadalīšanās pakāpe).

Nākotnē iegūtie pētījuma rezultāti ļautu novērtēt sūnaugu un ķērpju sastopamību Latvijas mērogā, papildinot zināšanas ne tikai par aizsargājamiem mežiem, bet arī par apsaimniekotajiem mežiem. Savukārt ilglaicīga monitoringa rezultāti varētu atspoguļot epifītu izmaiņas saistībā ar biotiskajiem un abiotiskajiem faktoriem.

2.4. Bioloģiskās daudzveidības monitoringa: ainavas līmenis (*J.Donis*)

Ainavas daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana:

1. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums;
2. Meža savienojamības un to novērtējums.

2.4.1. Materiāls un metodika

Ainavas telpiskā raksta klašu novērtēšana un to stāvokļa izmaiņu novērtējums un meža savienojamības novērtējums veikts visai Latvijas teritorijai par pamatu ņemot sekojošus pamatdatus:

- 1) 2015. gada un 2021. gada martā MVR reģistrētos meža poligonu telpiskos datus.
- 2) LĢIA topogrāfiskās kartes (LĢIA_TOPO_2016) mērogā 1:10000 poligoni, kuru zemes klājums atbilst kategorijai mežs.
- 3) LĢIA LiDAR informāciju (2013 - 2019) (.las dati).
- 4) 2015. g. un 2020. gada sezonas Landsat 8 un Sentinel 2A un Sentinel 2B satelītattēlus, izveidojot mozaīku ar stāvokli no 2015.g. un 2020. gada jūnija līdz septembrim.

MVR meža poligoni, kuri atbilst ZKAT=10 un h10>=5 dati pārveidoti uz 20 m x 20 m pikseliem, izvēloties nosacījumu *combined majority*.

LGIA topogrāfiskās kartes meža poligonu dati pārveidoti uz 20 m × 20 m pikseļiem, izmantojot nosacījumu *combined majority*.

No LGIA LiDAR .las failu datiem izveidots koku vainagu augstuma (CHM) modelis (1×1m), tos iedalot bināri: ja CHM vērtība mazāka par 5m – 0, vai 1 – ja CHM vērtība 5,0 vai lielāka. Pēc tam aprēķinātas summāras vērtības 20 m × 20 m pikseļiem (CHM_AGG). Ja CHM_AGG vērtība lielāka par 80, t.i., koku vainagu klāja projekcija vismaz 20% no pikseļa platības pārsniedz 5m, tad atbilstošais pikselis uzskatīts par klātu ar kokiem, kuru vidējais augstums ir 5m un vairāk (CHM_AGGcond vērtība 1).

Izmantojot 2020. g. sezonas Sentinel 2A un Sentinel 2B attēlus, aprēķinātas normalizētais diferences veģetācijas indeksa (NDVI) vērtības un izveidota mozaīka, kurā katra pikseļa (10m × 10m) vērtība ir maksimālā NDVI vērtība analizētajā attēlu kopā. Pēc tam pārrēķinātas sākotnējās 10m × 10m pikseļu vērtības uz 20 m × 20 m vidējām vērtībām. Savukārt 2015.gadam izmantots Landsat8 satelītattēli, kas no sākotnējiem 30 m × 30 m pārrēķināti uz 20 m × 20 m.

Par mežu (mežaudzi, kurā kokaudze ir 5m augstāka vai augstāka) 2015. gadā uzskatīti tie 20 m × 20 m pikseļi, kuri atbilst mežam LGIA topo 2016; kuros, pēc CHM ir 5m vai augstāki vismaz 80 m²; bet MVR 2021.g. versijā nav jaunaudzis poligons, kurā pēdējā cirte pēc LiDAR skenēšanas attiecīgajā teritorijā veikta 2013.-2015. gadā, un kuru NDVI max vērtība (20m×20m) 2015. g. vasaras mozaikā ir lielāka vai vienāda ar 0,65. Pēc tam atbilstošie 20 m × 20 m pikseļi pārrēķināti uz 100 m × 100 m pikseļiem, izmantojot nosacījumu majority. Par mežu (mežaudzi, kurā kokaudze augstāka par 5m) uzskatīti tie pikseļi, kuros ar kokiem klāti vismaz 50% no (20 m × 20 m) pikseļiem.

Par mežu (mežaudzi, kurā kokaudze ir 5m augstāka vai augstāka) 2020.g. novērtējumā uzskatīti pikseļi, kuru atbilst mežam LGIA_TOPO_2016, un kuru CHM_AGGcond ir 1, bet nav MVR 2021.g.versijā jaunaudžu līdz 5m augstumam, vai izcirtumu poligonu pikseļi un kuru NDVI vērtība 2020.g. (20 m × 20 m) vasaras mozaikā ir lielāka vai vienāda ar 0,65. Pēc tam atbilstošie 20 m × 20 m pikseļi pārrēķināti uz 100 m × 100 m pikseļiem, izmantojot nosacījumu majority. Par mežu (mežaudzi, kurā kokaudze ir 5m augstāka vai augstāka) uzskatīti tie pikseļi, kuros ar kokiem klāti vismaz 50% no 20 m × 20 m pikseļiem.

Arpēķiniem un datu analīzei izmantots ArcGIS 10.5 Advanced un /vai SNAP 7.0 un/vai QGIS3.10.

Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums

Atbilstoši MK noteikumiem, tiek noteiktas sekojošas telpiskā raksta klases – kodolzona (core), sala (islet), ārējā mala (edge), iekšējā mala (perforation), zars (branch) un savienotājs (loop or bridge). Izskaidrojums dots 2.14.tabulā.

2.14. tabula. Telpiskā raksta klase izskaidrojums

Telpiskā raksta klase	Angļu val.	Skaidrojums
Kodola zona (kodols)	Core	Iekšējā objekta daļa, neskaitot perimetru
Sala	Islet	Objekts, kas atdalīts no citiem objektiem un ir pārāk mazs, lai būtu kodolzona
Cilpa	loop	Šaura josla, kas savienota ar vienu un to pašu kodolzonu
Ārējā mala	Edge	Objekta ārējais perimetrs
Iekšējā mala	Perforation	Objekta iekšējo atvērumu (perforāciju) perimetrs
Zars	Branch	Ar vienu galu savienots ar ārējo malu, iekšējo malu, savienotāju, vai cilpu
Savienotājs	Bridge	Šaura josla, kas savieno dažādus objektus, kuriem ir kodolzona

Tālākai ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtēšanai izmantota datorprogramma Guidos 2.9 (<https://forest.jrc.ec.europa.eu/en/activities/lpa/gtb/>) rīks MSPA un MSPA tilling.

Aprēķinātas sekojošas telpiskā raksta klases kodols, sala, ārējā mala, iekšējā mala, zars un savienotājs (tilts) sekojošos variantos:

20m pikseli buferzona 2 pikseli 40m un 5 pikseli (100m).

100m pikseli (buferzona 1pikselis (100m)).

Fragmentācijas analīze

Fragmentācijas analīzei izmantots Guidos 2.9. rīks Multiscale FAD (Foreground area density), izmantojot izvēlni FAD6.

Mežaudžu pikseļu īpatsvars aprēķināts attiecīgi 7×7, 13×13, 27×27, 81×81 un 243×243 pikseļu grupai (kustīgajam logam), kas gadījumā, ja tiek izmantots 100 m pikselis, ir attiecīgi 49 ha, 169 ha, 729 ha, 6561 ha un 59049 ha, bet, ja tiek izmantots 20m pikselis, ir attiecīgi 1,96 ha, 6,76 ha, 29,16 ha, 262,44 ha un 2361,96 ha.

2.4.2. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums

Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums 2015.g.

Mežaudžu, kuru kokaudžu augstums ir 5 m vai vairāk, karte 2.9. attēlā atspoguļota ar 20×20m pikseļu lielumu (minimālā kartēšanas vienība). Šādu mežaudžu platība, ja izmantots 20×20m pikselis, 2015. gadā aizņēma 2843 tūkst. ha. Ja izvēlas 100×100m pikseļa lielumu, tad šādu mežaudžu platība veidoja 2874 tūkst. ha. Tas norāda uz to, ka mežaudžu platība pat pie vieniem un tiem pašiem atlasē kritērijiem atšķiras atkarībā no izvēlēta pikseļa lieluma. Telpiskā raksta klases – kodols, sala, cilpa, tilts, perforācija, mala, zars, robeža ar 40 m un 100 m malu 20 m pikseļu attēlam un 100 m malu 100×100m pikseļu attēlam (2.10.attēls). Savukārt katras klases platība atspoguļota 2.15.tabulā.

2.15. tabula. Mežaudžu (5m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs 2015.g., pie dažāda izmēra minimālās kartēšanas vienības un malas platuma, ha

Ainavas raksta klase	MSPA-klase	100×100m &100m mala		20×20m &100m mala		20×20m &40m mala	
		Platība	Skaits	Platība	Skaits	Platība	Skaits
Kodols	CORE	484653	30651	484653	70244	1295347	164523
Sala	ISLET	219160	34028	219160	301300	92951	285128
Iekšējā mala	PERFORATION	16771	3669	16771	1916	75043	27308
Ārējā mala	EDGE	973287	15912	973287	39556	920131	83416
Cilpa	LOOP	58556	11834	58556	14169	58272	97127
Tilts	BRIDGE	950830	35210	950830	113490	242469	245915
Zars	BRANCH	139569	105899	139569	322075	158330	779379
Kopā		2874362		2842543		2842543	

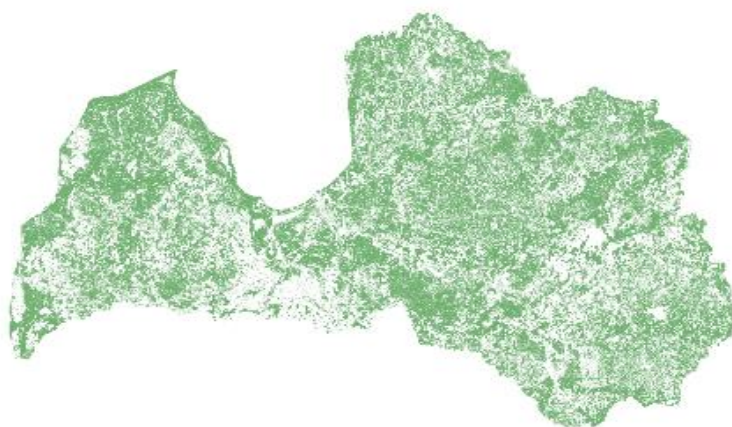
Visos 3 variantos atbilstošo klašu aizņemtās platību īpatsvars parādītas 2.16. tabulā. Ja tiek izmantots 20×20m pikselis un par mežmalu definē 40 m platu zonu, tad no mežaudzēm 46% atrodas kodola zonā. Savukārt, ja par mežmalu definē 100 m platu zonu, tad meža iekšienē (kodola zonā) atrodas vairs tikai 17% no mežaudžu platības, vai 38%, ja izmanto 100×100m pikseli. Vislielākās atšķirības ir starp t.s. tiltu, t.i., josla, kas savieno divas dažādas platības ar kodola zonu, īpatsvaru.

20m pikseļu gadījumā šāda platība ir 33%, ja mala ir 100m, bet, 8%, ja mala ir 40m, savukārt, ja tiek izmantots 100m pikselis, tad tilts ir 9%. Vizuālas atšķirības redzamas 2.10. attēlā.

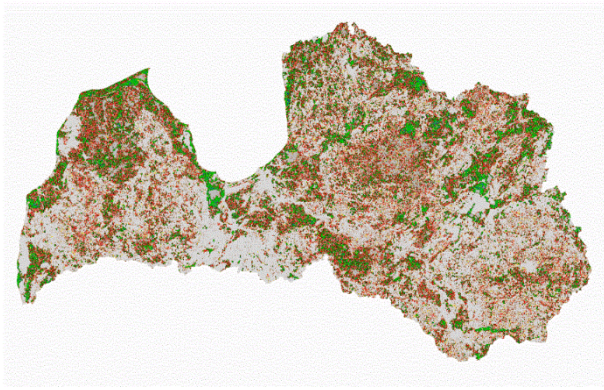
2.16. tabula. Ainavas telpiskā raksta klašu īpatsvars pie dažādiem sākotnējiem nosacījumiem 2015.g., %

Ainavas raksta klase	Parametru definējums		
	100×100 m &100m mala	20×20m&100m mala	20×20m &40m mala
Kodola zona	38,1	17,1	45,6
Sala	4,5	7,7	3,3
Iekšējā robeža	2,7	0,6	2,6
Ārējā robeža	33,2	34,2	32,4
Cilpa	1,9	2,1	2,1
Tilts	9,5	33,5	8,5
Zars	10,2	4,9	5,6
Kopā	100	100	100

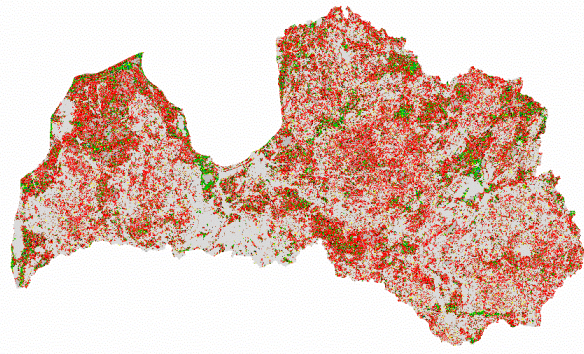
Tas vēlreiz norāda uz to, ka ainavas parametri savstarpēji ir salīdzināmi tikai pie vienādiem sākotnējiem uzstādījumiem, tādēļ, lai veiktu salīdzinājumus ar citiem periodiem, nepieciešams iegūt informāciju par mežiem ar līdzīgām metodēm. Ja tiek mainīts aprēķināšanas algoritms, attiecīgi jāpārreķina arī iepriekšējo periodu dati.



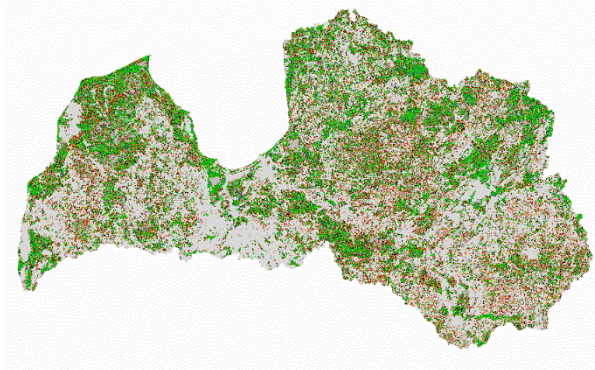
2.9. attēls. Mežaudžu platību, kur kokaudžu augstums augstāks par 5m (20m pikselis), karte (2015.g.).



a



b

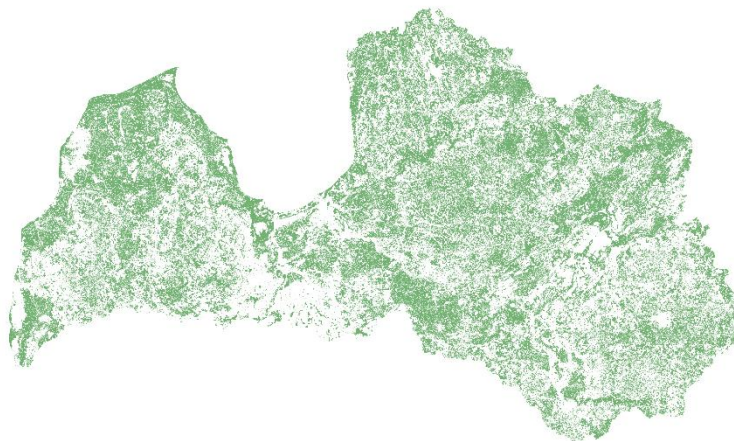


c

2.10. attēls. Mežaudžu, 5m un augstāku, telpiskā raksta klases 2015. gadā (zaļš – kodols, brūns – sala, dzeltens – cilpa, sarkans – tilts, zils - iekšējā mala, melns – ārējā mala, oranžs - zars). a) pikselis 100×100m un 100m mala, b) 20×20m pikselis un 100m mala c) 20×20m pikselis un 40m mala.

Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums 2020.g.

Mežaudžu, kuru kokaudžu augstums ir 5 m vai vairāk, karte ar 20 m pikseļu lielumu, atspoguļota 2.11. attēlā. To platība aizņem 2761 tūkst. ha. Ja izvēlas 100m pikseļa lielumu, tad šādu mežaudžu platība ir 2564 tūkst. ha (skat.2.17.tabulu).



2.11. attēls. Mežaudžu, 5m un augstāku, platību karte (20×20m pikselis) 2020.g.

2.17. tabula. Mežaudžu (5m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs 2020. g., izmantojot dažāda izmēra minimālās kartēšanas vienības un malas platuma, ha

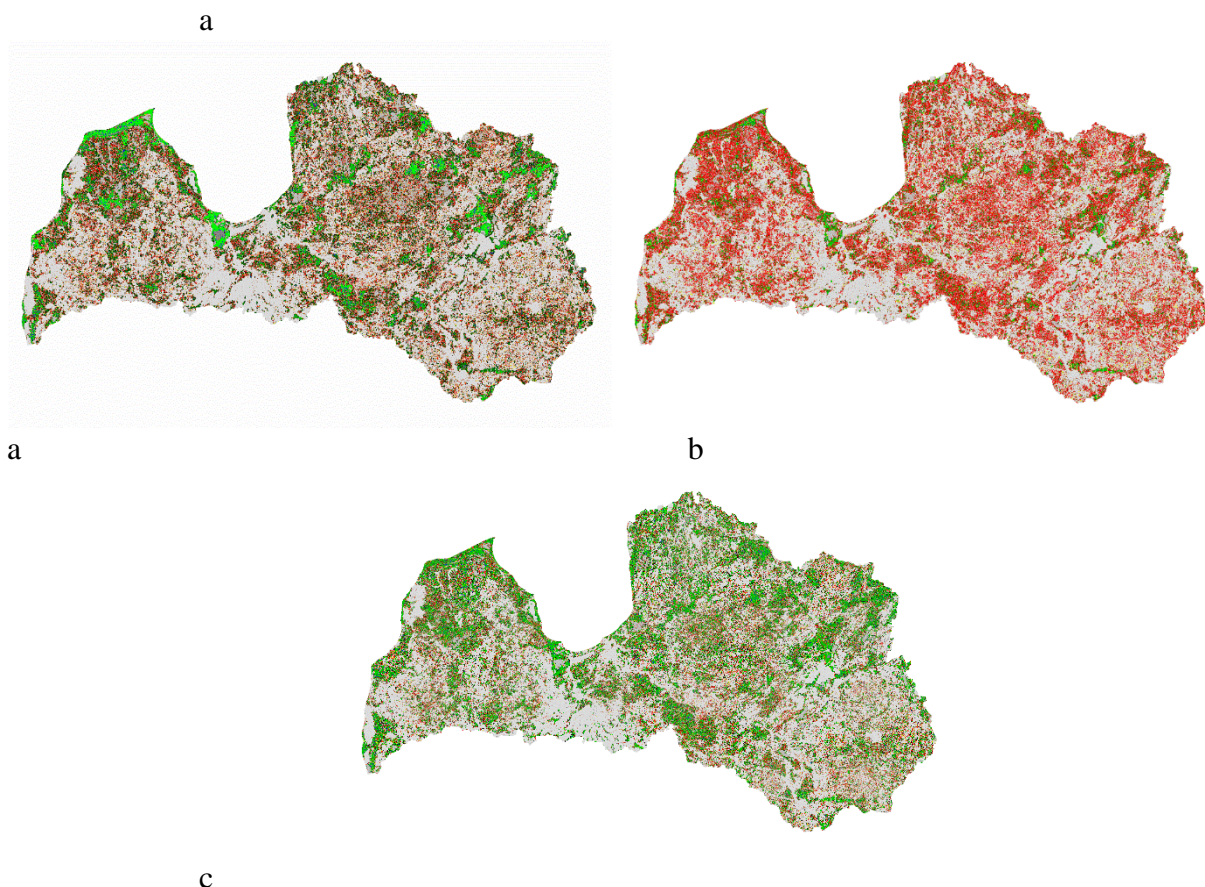
Ainavas raksta klase	MSPA-klase	100×100 m &100m mala		20×20m&100m mala		20×20m &40m mala	
		Platība	Skaits	Platība	Skaits	Platība	Skaits
Kodola zona	CORE	937677	34355	427754	67624	1189759	176264
Sala	ISLET	141980	36994	239926	328345	100632	310619
Iekšējā mala	PERFORATION	48157	2459	13436	1586	60598	22368
Ārējā mala	EDGE	944596	18011	892525	40462	917477	93246
Cilpa	LOOP	48987	9781	60598	13168	54292	85927
Tilts	BRIDGE	324644	37829	949559	103715	246507	248136
Zars	BRANCH	321323	114534	157940	327233	172747	799136
Kopā		2767642		2742013		2742013	

Visos 3 variantos atbilstošo klašu aizņemtās platību īpatsvars parādīts 2.18. tabulā.

2.18. tabula. Ainavas telpiskā raksta klašu īpatsvars, izmantojot dažādus sākotnējos nosacījumus, 2020.g. %

Ainavas raksta klase	Parametru definējums		
	100×100 m &100m mala	20×20m&100m mala	20×20m &40m mala
Kodola zona	33,9	15,6	43,39
Sala	5,1	8,75	3,67
Iekšējā robeža	1,7	0,49	2,21
Ārējā robeža	34,1	32,55	33,46
Cilpa	1,8	2,21	1,98
Tilts	11,7	34,63	8,99
Zars	11,6	5,76	6,3
Kopā	100	100	100

Ja tiek izmantots 20 m pikselis un par mežmalu definē 40 m platu zonu, tad no mežaudzēm 43% atrodas kodola zonā, savukārt, ja par mežmalu definē 100 m platu zonu, tad meža iekšienē (kodola zonā) atrodas vairs tikai 16% no mežaudžu platības, vai 34%, ja izmanto 100m pikseli. Vislielākās atšķirības ir starp t.s. tiltu, t.i., josla, kas savieno divas dažādas platības ar kodola zonu, īpatsvaru. 20 m pikseļu gadījumā šāda platība ir 34%, ja mala ir 100 m, bet, 9%, ja mala ir 40 m, savukārt, ja tiek izmantots 100 m pikselis, tad tilts ir 12% (2.12. attēls).



2.12. attēls. Mežaudžu, 5m un augstāku, telpiskā raksta klases 2020.g. (zaļš – kodols, brūns – sala, dzeltens – cilpa, sarkans – tilts, zils- iekšējā mala, melns – ārējā mala, oranžs - zars). a) pikselis 100²m un 100m mala, b) 20²m pikselis un 100m mala c) 20²m pikselis un 40m mala.

Ainavu telpiskā raksta klašu novērtējums 2015 vs 2020

Salīdzinot 1 ha lielas minimālās kartēšanas vienības mežaudžu (5m un augstākas), to kopējā platība no 2015.g. līdz 2020.g. ir samazinājusies par 106,7 tūkst. ha jeb 4% . Kodola platība ir samazinājusies par 157,5 tūkst ha, jeb 14%, savukārt palielinājusies salu, tiltu un zaru platība, attiecīgi par 10%, 19% un 10%. (2.19.tabula).

2.19. tabula. Mežaudžu (5m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs izmaiņas starp 2015. un 2020. gadu, 1 ha minimālā kartēšanas vienība , ha

Ainavas raksta klase	Izmaiņas 2020. salīdzinot ar 2015.g.		Zonas platības īpatsvars, %	
	platība, ha	Relatīvais īpatsvars	2015.g.	2020.g.
Kodola zona	-157455	0,86	38,1	33,9
Sala	13209	1,10	4,5	5,1
Iekšējā robeža	-30026	0,62	2,7	1,7
Ārējā robeža	-8542	0,99	33,2	34,1
Cilpa	-4763	0,91	1,9	1,8

Ainavas raksta klase	Izmaiņas 2020. salīdzinot ar 2015.g.		Zonas platības īpatsvars, %	
	platība, ha	Relatīvais īpatsvars	2015.g.	2020.g.
Tilts	52442	1,19	9,5	11,7
Zars	28138	1,10	10,2	11,6
Kopā	-106720	0,96	100	100

Izmantojot 0,04 ha (20×20m) pikseli, 5 m un augstāku mežaudžu kopējā platība samazinājusies par 100,5 tūkst. ha jeb 4%. Ja pieņem, ka mala ir 40 m, tad kodola platība samazinājusies par 105,6 tūkst. ha jeb 8%, bet “zaru” platība pieaugusi par 14,4 tūkst. ha (2.20.tabula).

2.20. tabula. Mežaudžu (5m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs izmaiņas starp 2015. un 2020.g., 0,04ha pikselis, ha ar 40m malu

Ainavas raksta klase	MSPA-klase	2015. gads		2020. gads		2020 - 2015	2020/2015
		Platība	% no MZ5	Platība	% no MZ5		
Kodolzona	CORE	1295347	45,6	1189759	43,4	-105587	0,92
Sala	ISLET	92951	3,3	100632	3,7	7681	1,08
Iekšējā robeža	PERFORATION	75043	2,6	60598	2,2	-14445	0,81
Ārējā robeža	EDGE	920131	32,4	917477	33,5	-2654	1,00
Cilpa	LOOP	58272	2,1	54292	2,0	-3980	0,93
Tilts	BRIDGE	242469	8,5	246507	9,0	4038	1,02
Zars	BRANCH	158330	5,6	172747	6,3	14417	1,09
Kopā		2842543		2742013		-100530	0,96

Salīdzinot rezultātus ar MSI datiem, konstatēts, ka mežaudžu (5m un augstāku) un mežu lauksaimniecības zemēs (5m un augstāku) platība laika posmā no 2011.-2015. gadam ir bijusi 2800,0 tūkst.ha, bet laika posmā no 2015. - 2020. gadā – 2782,5 tūkst.ha, t.i., platība, ņemot vērā MSI datu nenoteiktību, nav mainījies (SE=1,5%). Nesakrītība starp MSI un šajā pētījumā iegūtiem datiem ir saistīta ar atšķirīgu metodisko pieeju. MSI datu gadījumā tā ir vidējā vērtība 5 gadu novērtējumam, tādēļ tā tieši nav attiecināma uz stāvokli attiecīgi 2015.g. un 2020.g. Savukārt šajā pētījumā izmantotā metodika, ticamākais, nepietiekami labi atspoguļo izaugšanās un augšanas procesu. Iepriekšējie pētījumi liecina, ka audzēm, kurās LiDAR mērījumi veikti tām esot bezlapotā stāvoklī, ir ar sistemātisku kļūdu (zemāku augstumu nekā tas konstatēts lauku mērījumos). Taču tā kā pagaidām nav izstrādāti vienādojumi atbilstošo korekciju veikšanai mistrotām audzēm, šī pētījuma ietvaros korekcija netika veikta, kā rezultātā daļa no audzēm, kuras *de facto* ir sasniegušas 5m augstumu atbilstošajā gadā, netiek atspoguļotas kā sasniegušas 5m augstumu. Bez tam 2020.g. novērtējumā platībās, kurās LiDAR dati iegūti no 2013.-2019.gadam, audžu augstuma novērtējumam izmantoti MVR aktualizācijas dati, taču MVR reģistra datu salīdzinājums ar MSI datiem, liecina, ka MVR aktualizācijas algoritmi ir konservatīvi, t.i., tie aprēķina mazāku augstuma pieaugumu salīdzinājumā ar MSI datus konstatēto. Savukārt 2015.g. datus, audzes, kuras bija sasniegušas 5 m augstumu tikai 2016.-2020.g. (pēc LiDAR datiem), 2015.g. datus jau atspoguļotas kā 5 m augstumu sasniegušas, lai arī *de facto* tādas varēja arī nebūt. Tādēļ ticamākais, ka MSI dati, lai arī atspoguļo vidējo periodisko vērtību, ir atbilstošāki realitātei nekā ar šo modeli iegūtās vērtības. Bez papildus pētījumiem šie dati tiešai 2015.g. un 2020.g. meža platību rezultātu salīdzināšanai izmantojami piesardzīgi.

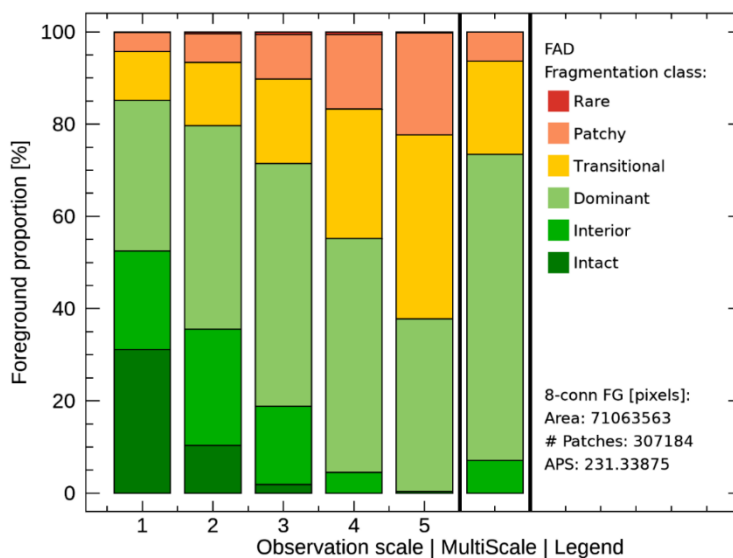
2.4.3. Meža savienojamības /fragmentācijas novērtējums

Meža savienojamības novērtējums 2015

Mežaudžu savienojamības novērtēšanai izmantots mežaudžu platību blīvums FAD (*Foreground area density*). Aprēķinos izmantotas 6 fragmentācijas klases:

- rets (rare) <10%;
- plankumveida (patchy) 10% ≤ FAD < 40%;
- pārejas (transitional) 40% ≤ FAD < 60%;
- dominējošs (dominant) 60% ≤ FAD < 90%;
- vidiene (interior) 90% ≤ FAD < 100%;
- neskarts (intact) FAD = 100%.

Mežaudžu (5m un augstāk) (20x20m piskelis) 2015. gadā kopējā platība ir **2842543** ha. Platību sadalījums pa mežaudžu platības blīvuma (FAD) grupām atspoguļots 2.13.attēlā un 2.21.tabulā. Savukārt telpiskais izvietojums atspoguļots 2.15.attēlā.

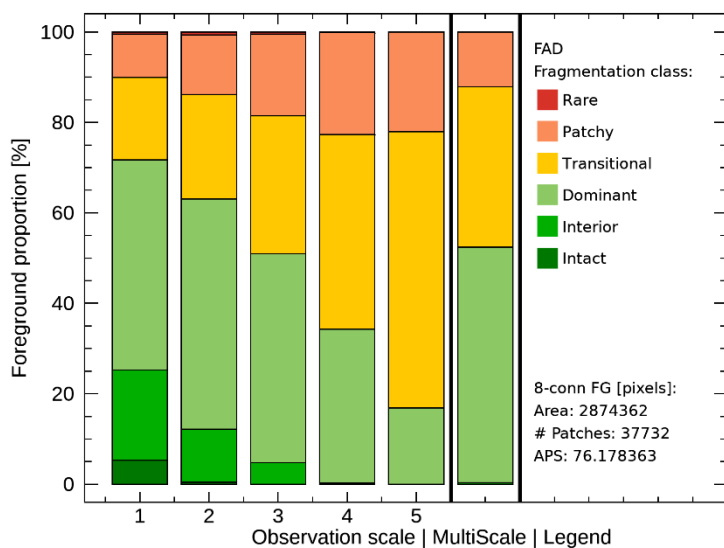


2.13. attēls. Mežaudžu platības blīvums FAD 20x20m. 1. 7x7, 2. 13x13, 3. 27x27, 4. 81x81 un 5. 243x243 pikseļu logam, (2015.g.).

2.21. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 20x20m

Fragmentācijas klases	7x7 (2,0 ha)	13x13 (6,7ha)	27x27 (29,1ha)	81x81 (262,4ha)	243x243 (2362,0 ha)	Kopējs
Rets	0,14	0,37	0,57	0,59	0,26	0,05
Plankumveida	4,16	6,26	9,67	16,12	22,07	6,32
Pārejas	10,50	13,69	18,32	28,06	39,86	20,19
Dominējošs	32,66	44,18	52,58	50,74	37,50	66,38
Vidienes	21,39	25,19	16,94	4,46	0,32	7,06
Neskarts	31,14	10,31	1,91	0,02	0,00	0,00

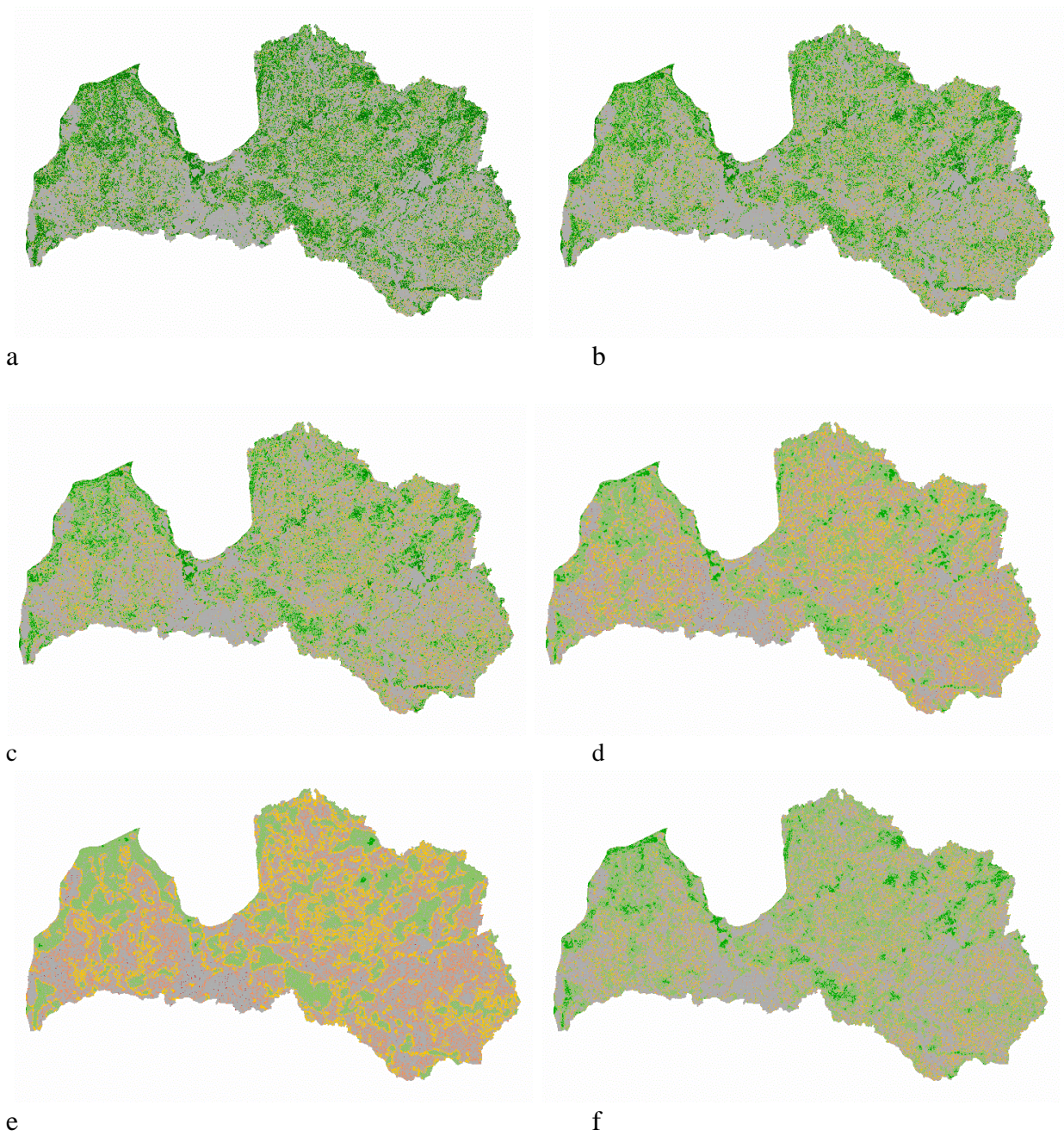
Mežaudžu (5m un augstāk) (100x100m piskelis) 2015. gadā kopējā platība ir **2874362** ha. Platību sadalījums pa mežaudžu platības blīvuma (FAD) grupām atspoguļots 2.14.attēlā un 2.22.tabulā. Savukārt telpiskais izvietojums atspoguļots 2.16.attēlā.



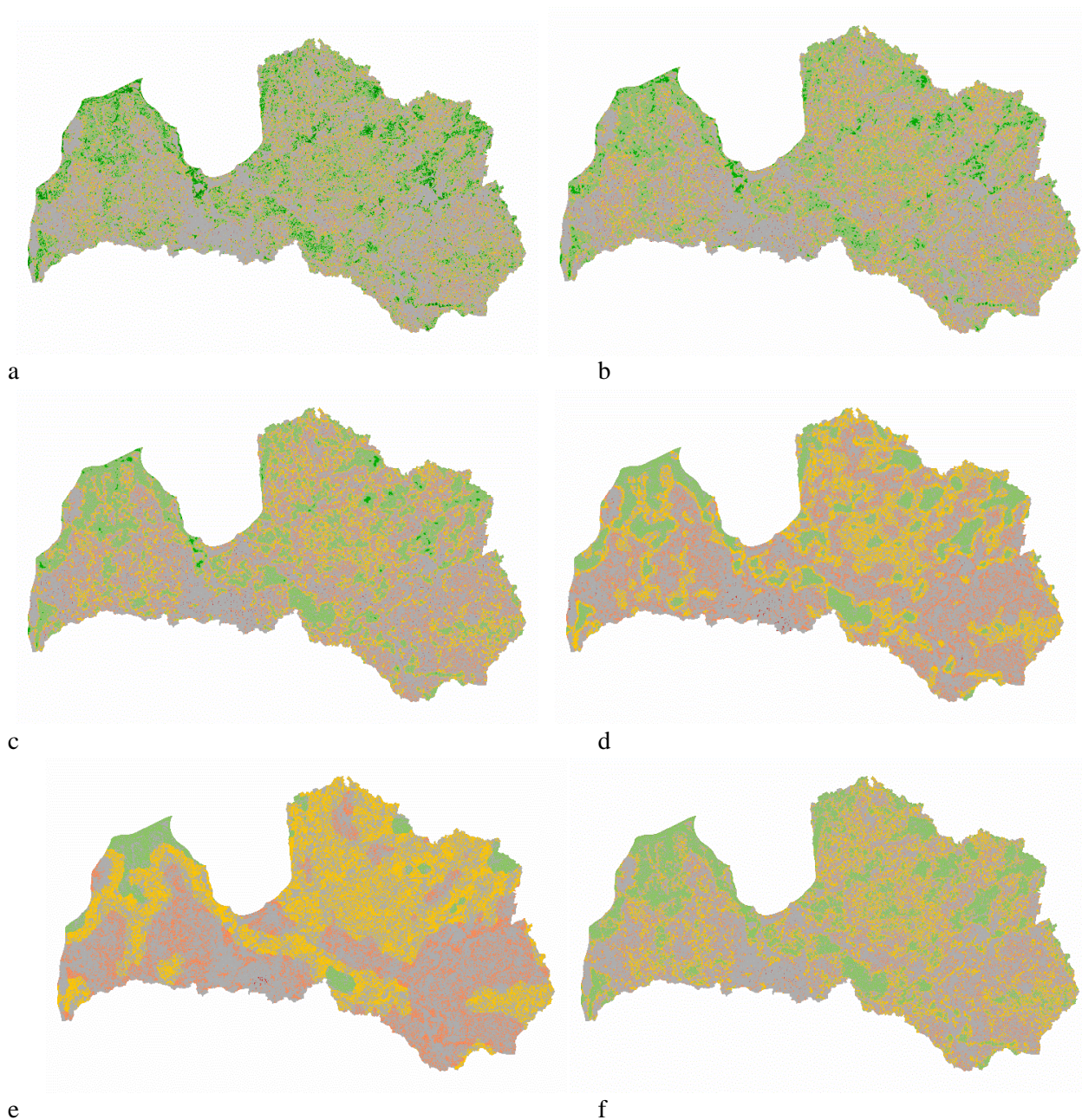
2.14. attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums dažādas fragmentācijas grupās sadalījumā pa novērojumu lieluma skalām 1. 7×7, 2. 13×13, 3. 27×27, 4. 81×81 un 5. 243×243 pikseļu logam 100×100m (2015.g.)

2.22. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 100×100m

Fragmentācijas klases	7×7 (49 ha)	13×13 (169 ha)	27×27 (729 ha)	81×81 (6561 ha)	243×243 (59049ha)	Kopējs
Rets	0,66	0,81	0,57	0,21	0,05	0,05
Plankumveida	12,78	16,84	22,83	29,55	30,87	17,00
Pārejas	22,88	27,75	34,64	45,63	60,07	42,52
Dominējošs	49,60	49,72	40,85	24,61	9,01	40,43
Vidienes	12,18	4,81	1,11	0,00	0,00	0,00
Neskarts	1,91	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00



2.15. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7×7 b) 13×13 c) 27×27 d) 81×81 e) 243×243, f) multimērogu 20×20m pikseli. (2015.g.)



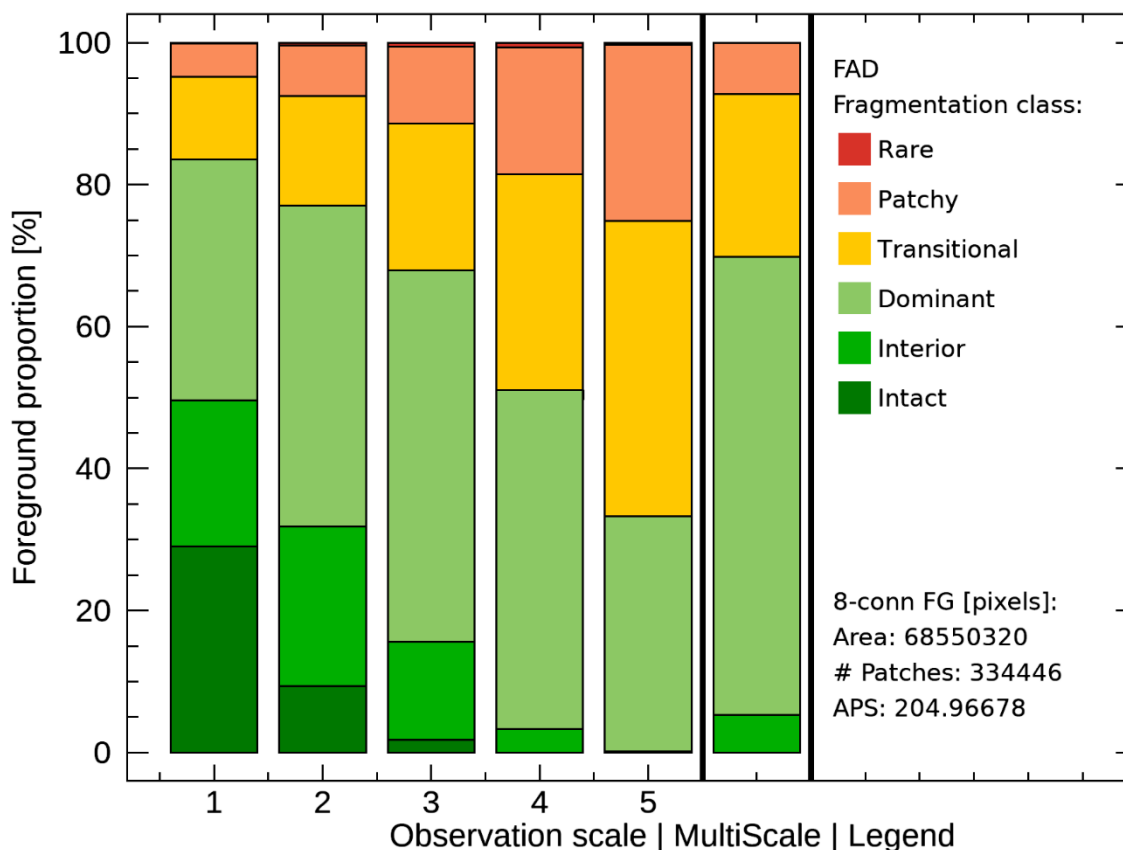
2.16. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7×7 b) 13×13 c) 27×27 d) 81×81 e) 243×243, f) multimērogu 100×100m pikseli. (2015.g.)

Meža savienojamības novērtējums 2020

Fragmentācijai jeb FAD (Foreground area density) Aprēķinos izmantotas 6 fragmentācijas klases:

- rets (rare) <10%;
- plankumveida (patchy) 10%≤FAD<40%;
- pārejas (transitional) 40%≤FAD<60%;
- dominējošs (dominant) 60%≤FAD<90%;
- vidiene (interior) 90%≤FAD<100%;
- neskarts (intact) FAD=100%.

Mežaudžu (5m un augstāk) (20x20m pikselis) platību sadalījums pa mežaudžu platības blīvuma (FAD) grupām atspoguļots 2.17.attēlā un 2.23.tabulā. Savukārt telpiskais izvietojums atspoguļots 2.19.attēlā.

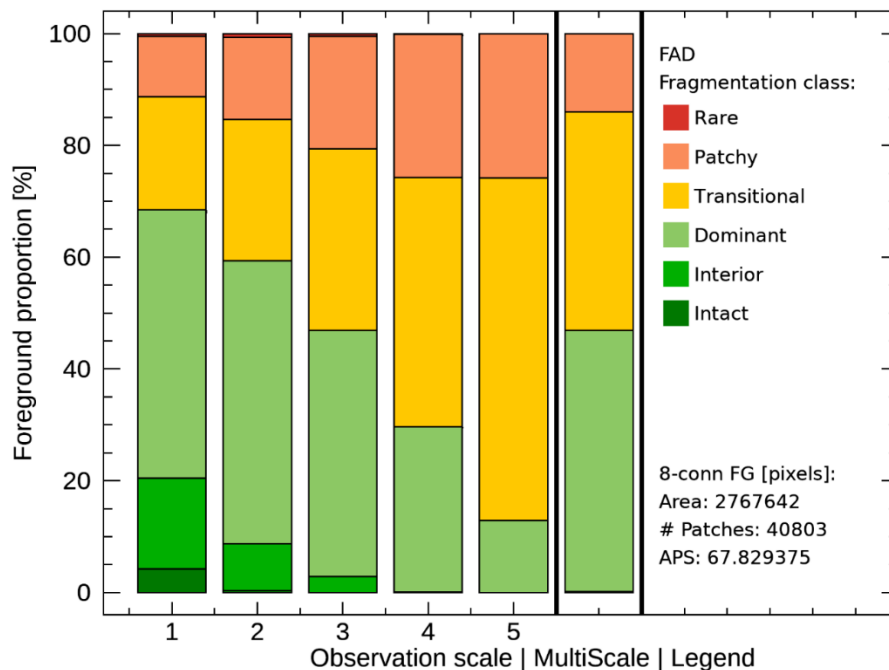


2.17. attēls. Mežaudžu platības blīvums FAD 2020 20x20m. 1. 7x7, 2. 13x13, 3. 27x27, 4. 81x81 un 5. 243x243 pikseļu logam (2020.g.).

2.23. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2020 20x20m

Fragmentācijas klases	7x7 (2.0 ha)	13x13 (6.7ha)	27x27 (29.1ha)	81x81 (262.4ha)	243x243 (2362.0 ha)	Kopējs
Rets	0,17	0,40	0,61	0,64	0,27	0,05
Plankumveida	4,68	7,12	10,79	17,86	24,89	7,17
Pārejas	11,66	15,44	20,66	30,42	41,55	22,92
Dominējošs	33,91	45,25	52,37	47,81	33,12	64,52
Vidienes	20,53	22,41	13,78	3,25	0,18	5,33
Neskarts	29,06	9,39	1,79	0,02	0,00	0,00

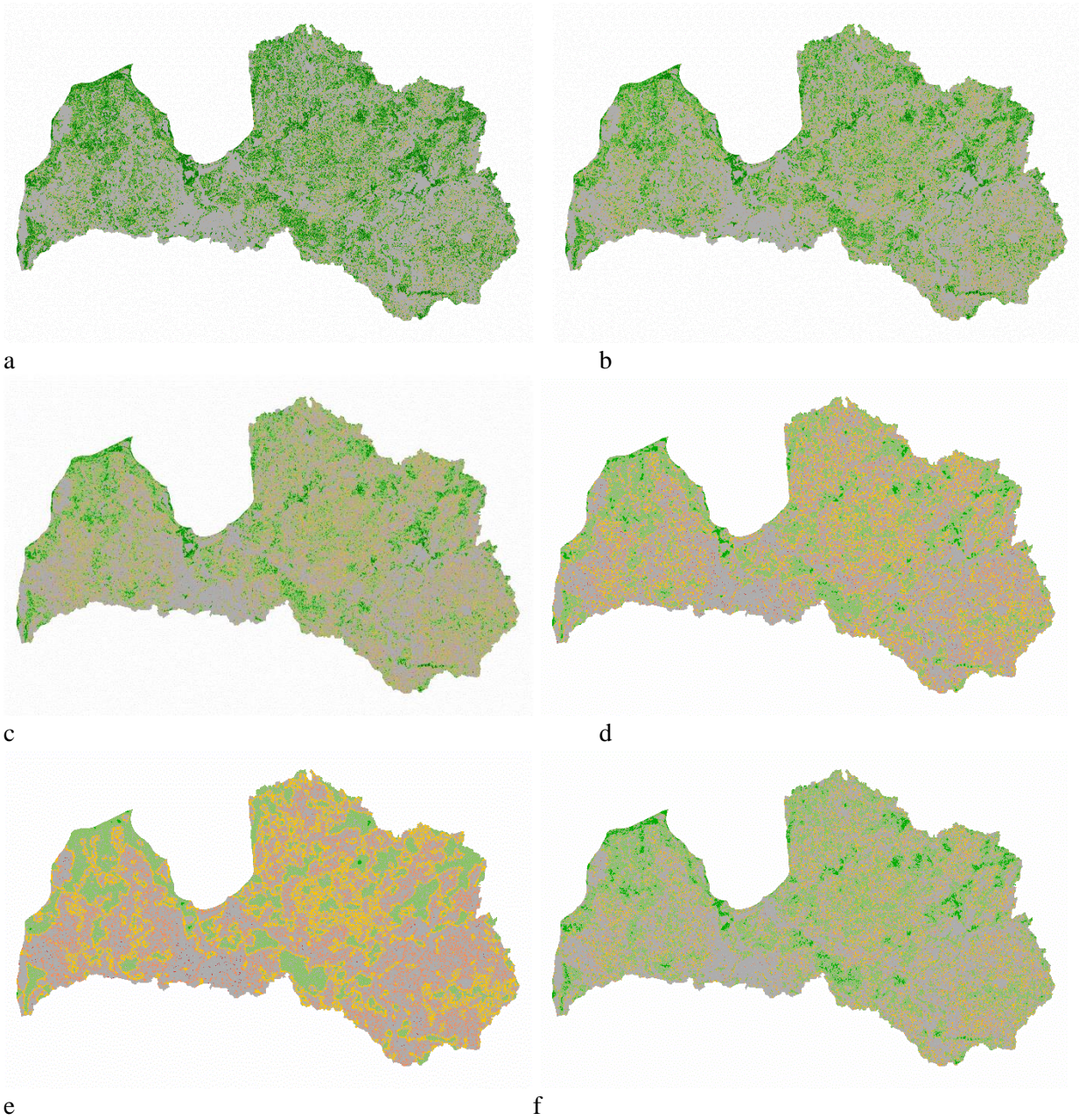
Mežaudžu (5m un augstāk) (100x100m piskelis) 2020. gadā kopējā platība ir **2767642** ha. Platību sadalījums pa mežaudžu platības blīvuma (FAD) grupām atspoguļots 2.18.attēlā un 2.24.tabulā. Savukārt telpiskais izvietojums atspoguļots 2.20.attēlā.



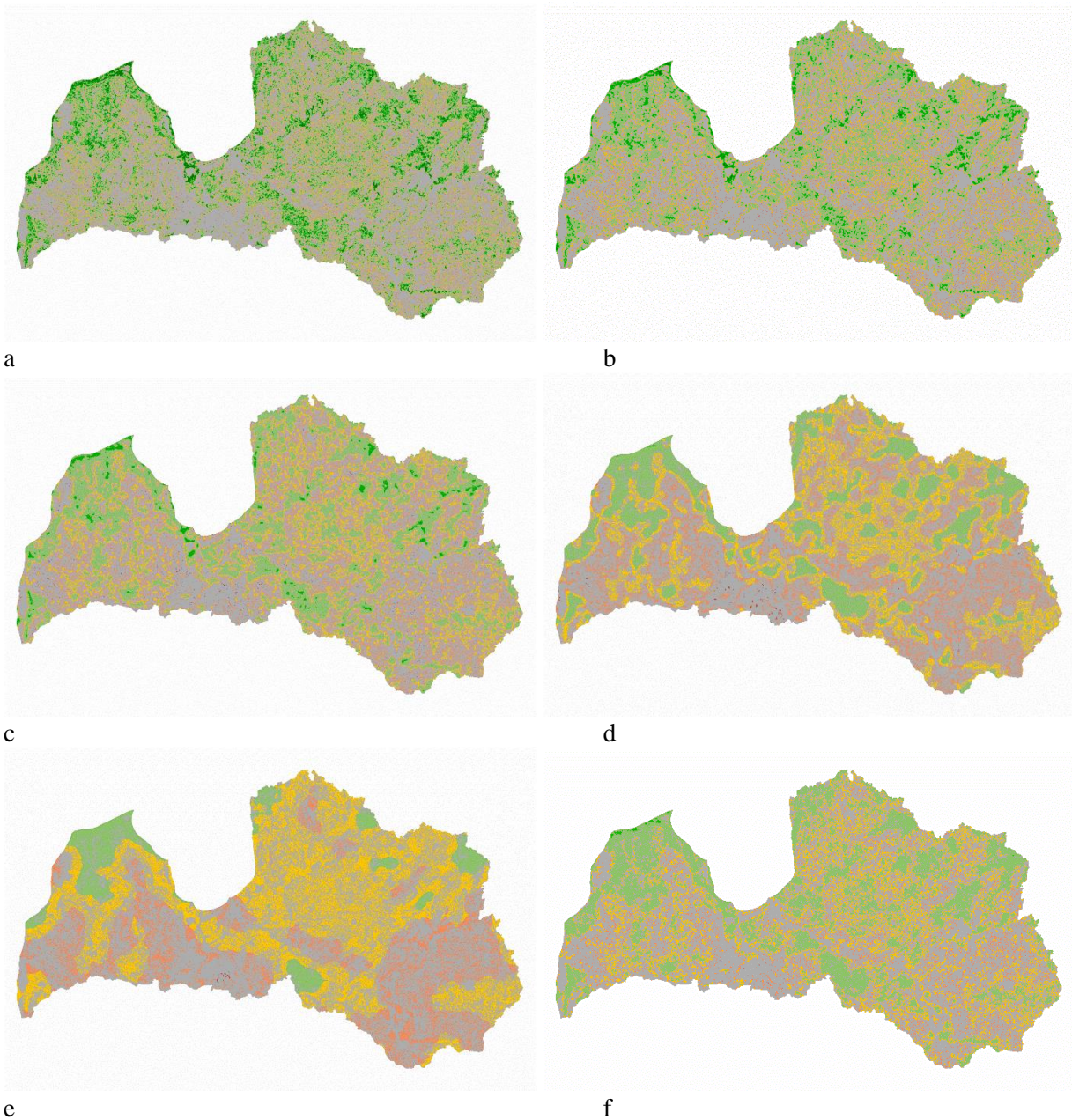
2.18. attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums dažādas fragmentācijas grupās sadalījumā pa novērojumu lieluma skalām 1. 7×7, 2. 13×13, 3. 27×27, 4. 81×81 un 5. 243×243 pikseļu logam 100×100m

2.24. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 100×100m

Fragmentācijas klases	7×7 (49 ha)	13×13 (169 ha)	27×27 (729 ha)	81×81 (6561 ha)	243×243 (59049ha)	Kopējs
Rets	0,48	0,64	0,46	0,16	0,04	0,03
Plankumveida	9,62	13,25	18,09	22,50	22,00	12,09
Pārejas	18,20	23,08	30,45	43,04	61,09	35,50
Dominējošs	46,45	50,87	46,24	34,07	16,88	52,02
Vidienes	19,98	11,74	4,75	0,23	0,00	0,36
Neskarts	5,27	0,42	0,01	0,00	0,00	0,00



2.19. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7×7 b) 13×13 c) 27×27 d) 81×81 e) 243×243, f) multimērogu 20×20m pikseli (2020)



2.20 attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7×7 b) 13×13 c) 27×27 d) 81×81 e) 243×243, f) multimērogu 100×100m pikseli. 2020.g.

Ainavu savienojamības novērtējums 2015 vs 2020

Arī šajā gadījumā, bez papildus datu analīzes, salīdzinājums nav izdarāms tieši. Skatīt paskaidrojumu nodaļā “Ainavu telpiskā raksta klašu novērtējums 2015 vs 2020”.

3. Meža koku ģenētisko resursu saglabāšana un apsaimniekošana (A.Gailis, I.Zariņa)

3.1. Meža koku ģenētisko resursu saglabāšanas un apsaimniekošanas normatīvais regulējums

Meža koku ģenētisko resursu saglabāšana Latvijā aizsākta 1980. gados, kad apsekojot un izvērtējot dabiskās mežaudzes, briestaudzēs un pieaugušās audzēs galvenajām meža koku sugām tika izdalīti ģenētiskie rezervāti, lai saglabātu kokaugu ģenētisko daudzveidību un nodrošinātu bāzi meža koku ģenētikas, selekcijas un sēklkopības pasākumiem, meža produktivitātes un kvalitātes paaugstināšanai. Saskaņā ar 2000. gadā pieņemto Meža likumu un Dabas aizsardzības noteikumiem meža apsaimniekošanā, 2001. gadā meža ģenētisko resursu aizsardzībai tiek izdalītas ģenētisko resursu mežaudzes (turpmāk ĢRM). Vienīgais saimnieciskās darbības ierobežojums līdz 2013. gada 2. aprīlim, kad tiek izdoti MK noteikumi Nr.177 „Ģenētisko resursu mežaudžu izveidošanas un apsaimniekošanas kārtība”, - ĢRM jāatjauno ar šajā mežaudzē iegūtu reproduktīvo materiālu.

Pēc Valsts meža dienesta pasūtījuma 2001./02. gadā LVMI Silava Meža selekcijas darba grupa veica visu Latvijas ĢRM izvērtējumu, nosakot šo mežaudžu atbilstību izvirzītajiem mērķiem un resursu mežaudzes izdalīšanas principiem. Šobrīd meža koku ģenētisko resursu saglabāšanai Latvijā ir reģistrētas 34 ĢRM 9 koku sugām ar kopējo platību ~ 4,8 tūkst. ha, no kuriem 87 % apsaimnieko AS Latvijas valsts meži, 12 % - VARAM, SIA Rīgas meži, Ogres valsts tehnikums, 1 % - citi īpašnieki. Vairums ĢRM ir izdalītas saimnieciski nozīmīgajām meža koku sugām – 10 parastajai priedei, 7 parastajai eglei, 5 kārpainajam bērzam, 3 parastai apsei, 1 melnalksnim, 4 parastajam ozolam, 2 parastajam osim, 1 parastajai liepai, 1 parastajam skābardim.

Informācija par visām Latvijā izdalītajām ĢRM ir iekļauta arī Eiropas meža ģenētisko resursu informācijas sistēmā EUFGIS (www.eufgis.eu).

Latvija ir ratificējusi nozīmīgākos starptautiskos juridiskos aktus saistībā ar ģenētiskajiem resursiem:

- ✓ Konvencija par bioloģisko daudzveidību. Pieņemta Riodežaneiro 05.06.1992. (*Latvijā ratificēta 08.09.1995*);
- ✓ Starptautiskais līgums par augu ģenētiskajiem resursiem pārtikai un lauksaimniecībai. Pieņemts 03.11. 2001. (*Latvijā ratificēts 21.04.2004.*);
- ✓ Ministru konferences par mežu aizsardzību Eiropā Strasbūras 2. (1990.) Helsinku 2. un 3. (1993.) rezolūcijas.

Eiropas valstīm kopīgus un aktuālus meža nozares jautājumus risina un lēmumus pieņem Ministru konferences par mežu aizsardzību Eiropā (Eiropas meži – Forest Europe jeb MCPFE), kas ir politiska līmeņa reģionāla sadarbība. Latvija ir piedalījies visās Ministru konferencēs un parakstījis 4. Vīnes Deklarāciju „Meža bioloģiskās daudzveidības saglabāšana un vairošana” un četru Ministru konferenču rezolūcijas. Valstis, parakstot šo deklarāciju un rezolūcijas, apņemas īstenot konferencē pieņemtos lēmumus nacionālā līmenī un sadarboties to īstenošanai reģionālā līmenī.

3.2. Meža koku ģenētisko resursu saglabāšanas un apsaimniekošanas organizatoriskā struktūra un pamatprincipi Eiropā

Meža koki var izdzīvot, pielāgoties un attīstīties mainīgos vides apstākļos tikai, pateicoties savai ģenētiskajai daudzveidībai. Ģenētiskā daudzveidība ir nepieciešama, lai saglabātu mežu dzīvotspēju un nodrošinātu izturību pret kaitēkļiem un slimībām, turklāt tā ir bioloģiskās daudzveidības pamats sugu un ekosistēmu līmenī. Tāpēc meža ģenētiskie resursi cilvēkiem ir vērtīgi pašreiz un arī nākotnē, un tie ir nenovērtējams aktīvs un ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas stūrakmens (de Vries et al., 2015).

Eiropas meža koku ģenētisko resursu saglabāšanas programma (EUFORGEN) ir izveidota 1994. gadā, lai realizētu 1. Ministru konferences S2 Rezolūciju „Mežu ģenētisko resursu aizsardzība” (1990. g.) meža ģenētisko resursu saglabāšanas un ilgtspējīgas izmantošanas veicināšanai un sekmē uz zinātniskām atziņām balstītu meža koku ģenētisko resursu saglabāšanas stratēģiju, metožu un rekomendāciju izstrādāšanu meža politikas veidotājiem un meža koku ģenētisko resursu apsaimniekotājiem Eiropā. Katra iesaistītā valsts sniedz ieguldījumu programmas aktivitātēs un rezultātos, formulē kopīgus ieteikumus un veicina stratēģiju un vadlīniju īstenošanu savas valsts mērogā. Attiecībā uz tiesisko regulējumu un praktisko īstenošanu, meža ģenētisko resursu saglabāšanu Eiropas valstis organizē dažādos veidos.

EUFORGEN darbs tiek organizēts pa posmiem (etapiem), kuros ir izvirzīti konkrēti uzdevumi un sasniedzamie mērķi. Programma uzsāka savu darbību, izmantojot dažu koku sugu (paraugsugu) saglabāšanas vienību tīklu, kas pakāpeniski kļūva par sadarbības platformu, un tālāk jau fokusējās uz plašākām koku sugu grupām un vairākiem tematiskiem jautājumiem.

Savas darbības IV fāzē (2010-2014) EUFORGEN izstrādāja Viseiropas meža ģenētisko resursu saglabāšanas stratēģiju izmēģinājuma koku sugām, izveidojot dinamisko saglabāšanas vienību pamattīklu, kurā šīs vienības nav savstarpēji saistītas ar gēnu plūsmu, bet visas kopā aptvēra esošo meža koku sugu ģenētisko daudzveidību visā Eiropas kontinentā (de Vries et al., 2015). Pašreizējie stratēģiskie mērķi un to īstenošanas plāns EUFORGEN VI fāzei (2020.-2024.) akcentē trīs galvenos uzdevumus:

1) veicināt zināšanu apmaiņu un saziņu starp galvenajām ieinteresētajām pusēm - zinātniekiem, valsts kompetentajām iestādēm, praktiķiem un politikas veidotājiem; informēt ieinteresētās puses par EUFORGEN ģenētiskās daudzveidības nozīmīgumu; uzturēt un tālāk attīstīt Eiropas meža ģenētisko resursu informācijas sistēmu (EUFGIS) un veicināt Eiropas meža koku sugu izplatības karšu turpmāku attīstību. Piedalīties starptautiskā ziņojuma par Eiropas mežu stāvokli sagatavošanā;

2) veicināt zināšanu apmaiņu un izglītošanos attiecīgo dalībnieku starpā (koordinēt meža ģenētisko resursu saglabāšanas īstenošanu Eiropā. Atjaunināt un veicināt Eiropas meža koku ģenētisko resursu saglabāšanas stratēģiju, tostarp reaģējot uz liela mēroga riskiem; ieviest saglabāšanas stratēģiju; veicināt FAO globālā rīcības plāna reģionālā līmeņa prioritāšu īstenošanu meža ģenētisko resursu saglabāšanā, ilgtspējīgā izmantošanā un attīstībā);

3) veicināt atbilstošu meža ģenētisko resursu izmantošanu. Sagatavot zinātniski pamatotus ieteikumus un rīkus, lai labāk iekļautu ģenētiskos aspektus ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas praksē; analizēt politikas problēmas un ieteikt izmaiņas, ja tās ir pretrunā ar atbilstošu MGR izmantošanu.

Eiropas meža ģenētisko resursu informācijas sistēmas EUFGIS izveides projekts (2007.-2011.) bija viena no 17 aktivitātēm, ko Eiropas Komisija atbalstīja saskaņā ar Padomes Regulu (EK) Nr. 870/2004 par ģenētiskajiem resursiem lauksaimniecībā. Informācijas sistēma tagad tiek uzturēta un tālāk attīstīta Eiropas meža ģenētisko resursu programmas (EUFORGEN) ietvaros. Eiropas valstīm vienojoties, EUFGIS projekta ietvaros izstrādāja minimālajās prasības un datu standartus meža koku dinamiskās ģenētiskās saglabāšanas vienībām (turpmāk ĢRSV) (3.1. tabula). Šādu pamatprasību un standartu izveides iemesls bija nepieciešamība uzlabot un harmonizēt dokumentāciju un šo vienību pārvaldību, kas valstīm bija atšķirīga. Minimālās prasības ir balstītas uz dinamisku gēnu saglabāšanas koncepciju, kurā uzsvērtā evolūcijas procesu saglabāšana koku populācijās, lai uzturētu to nepārtrauktās pielāgošanās spējas. Tas nozīmē vai nu koku populāciju pārvaldīšanu (apsaimniekošanu) to dabiskajās vietās vidē, kurai tās ir pielāgojušās (*in situ*), vai mākslīgas, bet dinamiski augoņas populācijas citur (*ex situ*) (Koskela et al., 2013).

3.1. tabula. Minimālās pamatprasības meža koku ĢRSV

Prasību grupa	Prasības izklāsts (apraksts)
Pamatprasības	Katrai ĢRSV ir: 1) meža koku ģenētiskās saglabāšanas <u>teritorijas statuss</u> , ko atzinušas attiecīgās valsts iestādes vai aģentūras;

	<p>2) <u>apsaimniekošanas plāns</u>, kurā meža koku ģenētiskā saglabāšana ir atzīta par galveno apsaimniekošanas mērķi; ĢRSV apsaimniekošanas plānā par ģenētiskās saglabāšanas <u>mērķa koku sugām</u> ir atzītas <u>viena vai vairākas</u> koku sugas.</p> <p>Katrai vienības mērķa koku sugai ir skaidri noteikts viens no šādiem saglabāšanas mērķiem:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) saglabāt ģenētisko daudzveidību <u>lielās koku populācijās</u>; (2) saglabāt specifiskas adaptīvās vai citas pazīmes <u>marginālās vai izklaidētās (izklaidus augošās) koku populācijās</u>; (3) saglabāt <u>retas vai apdraudētas koku sugas</u>, kuru populācijas sastāv no neliela skaita atlikušo īpatņu. <p>Ja ĢRSV ir vairākas mērķa sugas, tad katrai mērķsugai jāatbilst attiecīgajam minimālajam populācijas lielumam, kā aprakstīts zemāk.</p>
Populācijas lielums	<p>Minimālais populācijas lielums ir atkarīgs no saglabāšanas mērķa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ja vienības mērķis ir saglabāt plaši sastopamo un audzes veidojošo skujkoku vai platlapju sugu ģenētisko daudzveidību, vienībai jā sastāv no 500 vai vairāk reprodūktīvā vecuma kokiem; 2) ja vienība izveidota, lai saglabātu īpašas adaptīvās vai citas pazīmes marginālās, vai izklaidus augošās koku populācijās, vienībā ir jābūt vismaz 50 reprodūktīvā vecuma kokiem vai divmāju koku sugu gadījumā - 50 sēklas ražojošiem kokus. 3) ja vienības mērķis ir saglabāt atlikušās retu vai apdraudētu koku sugu populācijas, tajā jābūt vismaz 15 neradniecīgiem, reprodūktīvā vecuma kokiem.
Apsaimniekošana	<p>ĢRSV ir atļautas mežsaimnieciskās darbības, un pēc vajadzības tās aktīvi izmanto, lai:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) nodrošinātu mērķa koku sugas/u populācijas ilgtspēju un nepārtrauktību; 2) radītu labvēlīgus apstākļus mērķa koku sugas/u augšanai, vitalitātei un atjaunošanai.
Monitorings	<p>ĢRSV inventarizāciju veic reizi piecos vai desmit gados, lai novērtētu atjaunošanos un populācijas lielumu, un aktualizētu (atjauninātu) ĢRSV apsaimniekošanas plānu.</p> <p>Inventarizāciju starpperiodā ĢRSV regulāri apmeklē, lai novērotu, vai tās joprojām kalpo savam mērķim un vai tās nav bojātas, vai iznīcinātas.</p>

Vietējām koku sugām ideālā gadījumā ĢRSV iekļauj autohtonas izcelsmes koku populācijas, bet pieļaujama arī labi adaptējušos populāciju no citām izcelsmes vietām iekļaušana saglabāšanas vienībās (Koskela et al., 2013). Koku sugu ģenētisko resursu saglabāšanas uzdevumi var būt atšķirīgi dažādās valstīs, un ir atkarīgi no valsts atrašanās vietas attiecīgās mērķa koku sugas kopējās izplatības teritorijā. Tādējādi koku suga var būt reta un apdraudēta vienā valstī, bet ar plašu izplatību citā.

Dinamisko saglabāšanas vienību lielums

Laika gaitā zinātniekiem ir bijusi dažāda pieeja un uzskati par to, cik lielām jābūt ģenētisko resursu saglabāšanas vienībām, lai ilgtermiņā aptvertu un nodrošinātu maksimāli lielas ģenētiskās daudzveidības saglabāšanas.

Parasti ģenētisko resursu saglabāšanas populāciju lielums tiek noteikts, lai īstenotu divus mērķus:

- 1) palielinātu esošās alēļu daudzveidības saglabāšanas iespējamību (izlases perspektīva);
 - 2) samazinātu risku zaudēt ģenētisko daudzveidību evolūcijas gaitā (dinamiskā perspektīva)
- (Koskela et al., 2013).

Lai prioritizētu ģenētiskās saglabāšanas mērķus, alēles pēc to nozīmības var sagrupēt 4 klasēs (Marshall and Brown, 1975):

- 1) parastās un plaši izplatītās;
- 2) parastās, bet lokālās;
- 3) retas un plaši izplatītās;
- 4) retas un lokālas, uzskatot, ka prioritāte piešķirama parasto un plaši izplatīto alēļu saglabāšanai, jo šajā klasē, domājams, ir ietvertas alēles, kas nosaka piemērošanos vietējiem apstākļiem.

Jebkura izlases veidošanas stratēģija aptvers pirmo alēļu klasi, vienlaikus trešā alēļu klase ir atkarīga no saglabāšanas vienību skaita sugas izplatības teritorijā, nevis no koku skaita saglabāšanas vienībā (Brown and Hardner, 2000). Veidojot izlasi, visgrūtāk ilgtermiņā ir saglabāt ceturtās klases alēles, jo tā ietver nesenās (recent) un kaitīgās (deleterious) alēles, kuras, iespējams, aizies bojā dabiskās atlases ceļā (Koskela et al., 2013).

Nemot vērā sugas resursu sadali visā tās izplatības diapazonā, saglabāšanas vienības lielumam jābūt tādām, lai varētu izveidot vienību tīklu aptverot visas ekoģeogrāfiskās zonas sugas izplatības teritorijā. Vienas paaudzes laiku, t.i., laiks no sēklām līdz sēklām, meža kokiem precīzi noteikt nav vienkārši vairāku iemeslu dēļ. Mērenās un boreālās zonas koku sugām reproduktīvais briedums parasti iestājas 20–30 gadu vecumā, bet atklātās un blīvās audzēs tas notiek attiecīgi vairākus gadus agrāk vai vēlāk. Pilns reproduktīvais cikls parasti ilgst divus vai trīs gadus, sēkļu ražošanas intensitāte mainās gadu no gada, un bagātīgas ražas gadi ir reti. Līdz jaunas koku paaudzes veiksmīgai izveidošanai var paiet gadi, gadu desmiti vai pat gadsimts, un to lielā mērā ietekmē arī tas, vai koku suga ir pioniersuga vai klimaksa suga, un tas, kā mežs ir apsaimniekots. Atsevišķu koku dzīves ilgums var sasniegt vairākus simtus gadu, tāpēc populācijās bieži veidojas dažādu paaudžu koku pārklāšanās. Tomēr, pieņemot, ka Eiropas koku sugām vidējais paaudzes ilgums ir 50 gadi, tad modeļa populācija ar efektīvo populācijas lielumu N_e (parametrs, kas mēra nejauša ģenētiskā dreifa (novirzes) (random genetic drift) intensitāti Raita-Fišera modeļa populācijā) = 500 pēc 100 gadiem saglabātu 99,8 % no sākotnējās ģenētiskās daudzveidības. Mazākas populācijas ar $N_e = 50$, 15 vai 5 saglabātu attiecīgi 98,0 %, 93,4 % un 81,0 % no to sākotnējās ģenētiskās daudzveidības. Šajā modelī nav ņemta vērā nekāda ārējā gēnu plūsma, kas varētu kompensēt daļu no ģenētiskās daudzveidības zuduma, nedz arī radniecīgu vecāku krustojāšanās (inbreeding), kas gluži pretēji ģenētisko daudzveidību var samazināt. Turklāt netiek ņemta vērā telpiskā ģenētiskā struktūra. Izmantojot simulācijas pieeju un reālāko sēkļu izkliedes funkciju modeļa populācijā, Sagnard et al. (2011) secināja, ka telpiskā ģenētiskā struktūra (nejaušs saistīto genotipu sadalījums telpā) varētu izveidoties arī vienas krustojāšanās laikā (single mating event), pat ja $N_e < 16$.

Gēnu migrācija - pārvietošanās (izplatīšanās) lielos attālumos palielina ģenētisko variāciju skaitu, pirmkārt - efektīvu ziedputekšņu izplatīšanās lielos attālumos palielina ģenētisko daudzveidību pašreizējās koku paaudzes ražotajās sēklās, otrkārt – migrējušās sēklas populācijā daudzu gadu laikā var uzkrāties, tādejādi palielinot genotipu skaitu nākamajā koku paaudzē. Tas liek domāt, ka gēnu plūsma lielos attālumos var daļēji vai pilnībā kompensēt ģenētiskās daudzveidības zudumu, ko izraisa gēnu dreifs mazās koku populācijās, vai ģenētisko daudzveidību pat palielināt, atkarībā no situācijas. Teorētisko apsvērumu un praktisko aspektu rezultātā, tika ierosināts ĢRSV minimālais lielums (platība) ar 500, 50 vai 15 reproduktīviem indivīdiem atkarībā no koku sugas un saglabāšanas mērķa (Koskela et al., 2013) (3.1. tabula). Sugām, kuras spēj vairoties veģetatīvi (ar sakņu atvasēm vai noliektņiem), jāseko līdz identisku genotipu klātbūtnei un tas jāņem vērā, novērtējot reproduktīvo genotipu skaitu. Ja saglabāšanas mērķa īstenošanai nepieciešamais reproduktīvā vecuma koku skaits $N_r=500$ vai $N_r=50$, tad N_r uz laiku var būt mazāks, kā ticis norādīts iepriekš, ja tas nepieciešams, piemēram, pēc atjaunošanas cirtes audzes atjaunošanai pašsējas vai, nepieciešamības gadījumā, mērķtiecīgas atjaunošanas - stādīšanas ceļā. Priekšnosacījums ir, lai krustojāšanās un pēcnācēju radīšanas procesā būtu iesaistīts šis noteiktais minimālais koku skaits, pirms

atjaunošana tiek uzsākta izmantojot mežkopības pasākumus. Tomēr noteiktajam Nr iespējami īsā laika periodā būtu jāatjaunojas tai līmenī, kāds tas bija pirms mežsaimnieciskās iejaukšanās. Savukārt ĢRSV, kurās Nr = 15, būtu jāveic viss iespējamais, lai šo populāciju lielumu palielinātu un sēklu vākšana tajās būtu izmantojama tikai *ex situ* saglabāšanas mērķiem.

Vispārējie ĢRSV apsaimniekošanas uzdevumi

Apsaimniekošanas mērķis ir nodrošināt un sekmēt katras mērķa sugas populācijas ilgtermiņa evolucionāros procesus. Tas realizējams izpildot divus pamatuzdevumus (3.1. tabula):

- 1) nodrošinot mērķa koku sugas/u populācijas ilgtspēju un nepārtrauktību;
- 2) radot labvēlīgus apstākļus mērķa koku sugas/u augšanai, vitalitātei un atjaunošanai.

Lai ĢRSV aizsargātu pret dabas vai cilvēka izraisītām katastrofām, apsaimniekošanas pasākumiem jāpalielina populācijas noturība, lai tā spētu izdzīvot šādās katastrofās un atgūties pēc tām. Arī sukcesionālā attīstība var apdraudēt koku populāciju pastāvēšanu un, lai apturētu vai mainītu šos dabiskos procesus, atkarībā no mērķa koku sugas, nepieciešama mežsaimnieciska iejaukšanās (Koskela et al., 2013). Pielietojot mežkopības metodes, piemēram, retināšanu, var saglabāt un uzturēt mērķa populāciju dzīvotspēju, lai audzes nekļūtu pārbiezinātas un nesamazinātos to veselība un spēja ražot sēklas. Retināšanā parasti tiek izņemti novājinātie un konkurēt nespējīgie koki, tomēr pēc retināšanas joprojām vajadzētu būt pietiekamam skaitam efektīvu sēklas ražotspējīgu koku, lai ĢRSV novērstu ģenētiskās daudzveidības samazināšanos demogrāfiski vājās vietās un radniecīgu krustošanos. Koku telpiskajam sadalījumam jābūt tādā, lai krustošanās notiktu nejauši un radniecība starp nākamās paaudzes kokiem veidotos iespējami mazāka. Mežkopības pasākumiem ĢRSV ir jāsekmē un jāveicina mērķa sugas pašatjaunošanās procesi, bet ja nepieciešams veikt atjaunošanu sējot vai stādot, tad reproduktīvā materiāla izcelsmei jābūt no šīs pašas ĢRSV. Ja tas nav iespējams, tad no blakus atrodošas autohtonas mežaudzes, ievērojot minimālās prasības par koku skaitu.

Tā kā ĢRSV ir nepieciešama aktīva apsaimniekošana, tad to atrašanās saimnieciskajos mežos ir daudz piemērotāka nekā aizsargājamās dabas teritorijās, kurās visbiežāk mežsaimnieciskie pasākumi nav atļauti un to apsaimniekošana ir pasīva, vai tās mērķis ir cits.

ĢRSV monitorings

Lai īstenotu ĢRSV izveidošanas mērķi, vienību uzraudzībai, jeb monitoringam, ir būtiska un izšķiroša nozīme. Apsaimniekošanas plāns, kas ir viena no ĢRSV pamatprasībām, ir jāaktualizē atbilstoši situācijai dabā, ko novērtēt var tikai, veicot inventarizācijas. EUFORGEN, lai novērtētu saglabāšanas sekmes un aktualizētu ĢRSV apsaimniekošanas plānu, tās rekomendē veikt reizi 5 vai 10 gados. Inventarizācijā novērtē mērķa sugas pašatjaunošanās sekmes un pārliecinās par reproduktīvo koku daudzumu ĢRSV – vai to skaits ir pietiekams un nav samazinājies. Inventarizāciju starplaikos ĢRSV tāpat apmeklē regulāri, lai pārliecinātos par tās veselības stāvokli, ko var ietekmēt vēja, uguns, kaitēkļu un slimību, kā arī cilvēka darbības vai bezdarbības izraisīti bojājumi. Regulāri apmeklējot ĢRSV, savlaicīgi konstatē apdraudējumu tās veselībai un pašatjaunošanai, lai var savlaicīgi uzsākt darbības traucējumu novēršanai. Taču pārliecība par ĢRSV veselību vēl nedod drošu priekšstatu par to, ka ĢRSV ģenētiskā daudzveidība tiek saglabāta iecerētajā un vēlamajā apjomā. Tā novērtēšanai nepieciešams ģenētiskais monitorings. Pamatdokumentā par ģenētiskā monitoringa veikšanu (EUFORGEN III etaps 2005.-2009.) ieteikts ģenētisko uzraudzību koncentrēt uz dinamiskām meža koku saglabāšanas vienībām, nevis mēģināt ģenētiskās daudzveidības izmaiņas uzraudzīt visos mežos. Attīstot šo ideju tālāk, 2010. gadā (IV etaps 2010.-2014.) EUFORGEN Koordinācijas komiteja ierosināja izveidot Eiropas ģenētiskās uzraudzības sistēmu meža koku dinamiskās saglabāšanas vienībām. Ģenētisko uzraudzību (monitoringu) definē, kā populācijas struktūras un ģenētiskās mainības laika gaitā kvantitatīvu noteikšanu, izmērot atbilstošus parametrus (Aravanopoulos, 2011), vai arī, kā audzes pārejas dinamikas no pašreizējā uz nākotnes ģenētisko stāvokli, novērtējums (Konnert et al., 2011). Tam nepieciešams dabiskās izlases, gēnu dreifa un gēnu

plūsmas, t.i. vairošanās sistēmas (mating system) novērtēšana. Indikatoriem ir izstrādāti atbilstoši verificētāji. Tādejādi ģenētiskais monitorings kļūst par neatņemamu bioloģiskā monitoringa daļu, tāpat, kā ģenētiskā saglabāšana ir bioloģiskās saglabāšanas sastāvdaļa (Aravanopoulos et al., 2015).

EUFORGEN kopš 2003. gada piedalās starptautiskā ziņojuma par Eiropas mežu stāvokli (State of Europe's Forest - SoEF), sagatavošanā. Kritēriju un rādītāju kopums (C&I) ilgtspējīgai mežu apsaimniekošanai tika pieņemts Forest Europe procesā (MCPFE, 2003), kā instruments meža politikas veidošanā un lēmumu pieņemšanā, meža uzraudzībā un komunikācijā. Meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas papildinošos aspektus Eiropā atspoguļo seši kritēriji. Šobrīd (2019. gadā) tos novērtē, izmantojot 34 kvantitatīvo un 11 kvalitatīvo rādītāju kopumu. ((4) Lefevre et al., 2020). Rādītājs 4.6. ir kvantitatīvs rādītājs 4. kritērija (bioloģiskās daudzveidības saglabāšana, uzturēšana un palielināšana meža ekosistēmās) novērtēšanai, koncentrējoties uz ģenētisko resursu saglabāšanu un izmantošanu. Iepriekš - līdz 2015. gadam, Rādītājs 4.6. sastāvēja no trīs apakšindikatoriem: 1) platības, ko apsaimnieko *in situ* saglabāšanai; 2) platības, ko apsaimnieko *ex situ* saglabāšanai; 3) platības, ko apsaimnieko sēkļu ražošanai, izteiktu ha. Šāda informāciju nevarēja uzskatīt par pietiekamu, lai novērtētu valstu sekmes ĢRSV saglabāšanā. Pārskatītais un papildinātais rādītājs 4.6. "Kritēriji un indikatori ilgtspējīgai meža izmantošanai Eiropā" ietver četrus apakšindikatorus:

- 1) vietējo populāciju dinamiska saglabāšana (*in situ* un *ex situ*);
- 2) dinamiska ne vietējo (introducēto) populāciju saglabāšana (*ex situ*) (t.i., valstī introducētās populācijas, kurām dabiski atjaunojusies vismaz viena paaudze);
- 3) statiskā *ex situ* saglabāšana (klonu arhīvi, gēnu banku kolekcijas, kriosaglabāšana);
- 4) meža reproduktīvā materiāla ražošana (valstī reģistrētos četrus kategoriju meža reproduktīvā materiāla avotos, EP Direktīva 1999/105/EK).

Katram apakšindikatoram ir savi verificētāji un pārskatītos rādītājus EUFORGEN uzskata par informatīviem, uzticamiem, vienkāršiem.

3.3. Atbalsta instruments lēmumu pieņemšanai ĢRSV pārvaldībai

EUFORGEN IV fāzē (2010.-2014.) tika izstrādāta Eiropas stratēģija meža koku ģenētisko resursu saglabāšanai (de Vries et al., 2015), bet tajā netika iekļauti pasākumi ģenētisko resursu saglabāšanai klimata pārmaiņu kontekstā, kuru rezultātā nāksies saskarties ar jaunām problēmām ekoloģijā un adaptācijā, kā arī konkurējošām sociālekonomiskām vajadzībām attiecībā uz zemes izmantošanu un meža produktiem.

Sagaidāms, ka klimata izmaiņu ietekmē varētu mainīties sugu izplatības teritorijas un arī sugu sastāvs. Klimata izmaiņu ietekmes pakāpē uz populācijām noteicošā loma būs sugu bioloģijai. Sugas, kurām raksturīgas lielas populācijas ar plašu ģeogrāfisko diapazonu, varētu tikt ietekmētas mazāk nekā mazās populācijas ar ierobežotu ģeogrāfisko izplatību (Lefèvre et al., 2013). Tas radīs nepieciešamību pārskatīt saglabāšanas stratēģijas un, iespējams, papildināt *in situ* ar *ex situ* vai ieviest jaunas metodes, piemēram, atbalstīto migrāciju (assisted migration) t.i. populācijas attīstīšana jaunos vides apstākļos, lai varētu sasniegt saglabāšanas mērķi.

Darba grupa, piedaloties visu EUFORGEN iesaistīto valstu ekspertiem, ir izstrādājusi atbalsta instrumentu lēmumu pieņemšanai dinamisko ģenētisko resursu saglabāšanas vienību apsaimniekošanā (DST - "Decision support tool for the management of dynamic genetic conservation units") (Rudow et al., 2020), kas piedāvā indikatoru un verificētāju sistēmu, balstītu uz individuālas ĢRSV:

- 1) demogrāfisko monitoringu;
- 2) ģenētisko monitoringu;
- 3) informācijas par esošajiem vai nākotnes traucējumiem un apdraudējumiem novērtējumu.

Indikatorus un verificētājus var izmantot atsevišķi vai kopā, lai novērtētu nepieciešamo iejaukšanās līmeni un lai vadītu atbilstošus un nepieciešamus apsaimniekošanas pasākumus. Ja indikatori un verificētāji nav skaidri definēti vai ir pretēji, tie vienmēr tiek apstrādāti alternatīvi (loģiskais operators VAI) (Rudow et al., 2020). Verificētāju mērīšanai ir izmantojamas dažādas

metodes. Šis rīks ir EUFGIS informācijas sistēmas papildinājums. DST mērķis ir nodrošināt ar brīdinājuma sistēmu par iespējamiem draudiem ĢRSV, salīdzinot EUFGIS datu bāzē ievadītos ĢRSV datus un sekojot uzraudzības cikliem.

DST ir divi galvenie fokusi:

- 1) visu ĢRSV apsaimniekošanu atkarībā no apdraudējuma pakāpes;
- 2) jaunu apdraudētu populāciju identificēšana un ĢRSV izveidošana marginālo un perifēro populāciju saglabāšanai, tādejādi savlaicīgi nodrošinoties ar papildu ģenētisko vērtību.

DST veido galvenie elementi:

- 1) indikatori (I) – raksturo mērķa populācijas statusu ĢRSV;
- 2) verificētāji - izmanto indikatora mērīšanai; iespējami vairāki alternatīvi verificētāji, kas saistīti ar vienu rādītāju;
- 3) darbības (D) – ieviešamās apsaimniekošanas darbības, lai mazinātu apdraudējumu ĢRSV.

Indikatori un verificētāji ir sadalīti trīs grupās:

- indikatori/verificētāji ĢRSV demogrāfiskai uzraudzībai;
- indikatori/verificētāji ĢRSV ģenētiskai uzraudzībai;
- indikatori/verificētāji ĢRSV pašreizējo vai sagaidāmo (nākotnes) traucējumu novērtēšanai.

DST ieteiktās apsaimniekošanas darbības var grupēt sekojoši:

- pamata ĢRSV apsaimniekošanas darbību turpināšana;
- papildus *in situ* darbības;
- papildus *ex situ* darbības.

Tāpat kā rādītāju un verificētāju gadījumā, pārvaldības darbības var piemērot atsevišķi vai kopā, atkarībā no apdraudējuma līmeņa. Augstākā apdraudējuma gadījumā tiks noteiktas veicamo darbību prioritātes.

Demogrāfiskās uzraudzības indikatori un verificētāji

I1 – mērķa koku sugas potenciāli vairojošos koku skaita samazināšanās ĢRSV.

Indikators atspoguļo reproduktīvā vecuma koku skaitliskās izmaiņas ĢRSV laika gaitā. Tās uzskaita vai novērtē ar ~10 gadu intervālu. Rādītāji, kas balstīti uz demogrāfisko informāciju, novērtē populācijas izmiršanas risku un spēju pielāgoties mainīgiem vides apstākļiem. Jo mazāka populācija, jo neaizsargātāka tā ir pret nejausām demogrāfiskām izmaiņām, vides norisēm un ģenētiskās daudzveidības samazināšanos.

I1 verificētāji:

- I1a – reproduktīvo koku skaita samazināšanās;
- I1b – nokaltušo koku skaita palielināšanās;
- I1c – mērķa sugas aizņemtās platības (īpatsvara) ĢRSV samazināšanās.

Katram verificētājam var pielietot dažādas mērīšanas metodes:

- 1) veic vizuālu uzskaiti (I1a; I1b).

Nokaltušos kokus (I1b) nav lietderīgi uzskaitīt pa vienam (izmaksu dēļ), izņemot, ja ir acīmredzama, plaša un masīva koku kalšana (piemēram, sausuma dēļ). Ar šo metodi ir grūti definēt piemērojamos vērtību sliekšņus indikatoru klasēm;

- 2) aprēķina, izmantojot parauglaukumu datus (I1a; I1b).

Kopējo koku skaitu novērtē, saskaitot vairojošos īpatņus katrā parauglaukumā, aprēķina vidējo parauglaukumu rādītāju un rezultātu ekstrapolē uz kopējo ĢRSV platību. Nevienmērīga mērķa koku sugas izvietojum gadījumā ĢRSV, parauglaukumu izvietojumam izmanto līniju transektus. Parauglaukuma izmērs - atbilstošs pētāmajai sugai;

- 3) izmanto meža inventarizācijas datus: audzes krāju ĢRSV un noteikto krūšaugstuma caurmēru. Jāņem vērā dati par koksnes ieguvu ĢRSV.

- 4) I1a koku skaitu un mērķa sugas aizņemtās platības samazināšanos (I1c) var uzskaitīt un novērtēt arī, izmantojot attālās izpētes metodes, piemēram, LiDAR datus.

3.2. tabula. Indikatora I1 un tā verificētāju I1a-c darbības definēšana (noteikšana)

Kods un nosaukums	Mērvienība	Klases un atbilstošā līmeņa darbības (>>D) noteikšana
I1 Mērķa koku sugas populācijas samazināšanās ĢRSV	% /10 gados	1 <25 % >> D1 2 25-50 % >> D2 3 50-75 % >> D3 4 > 75 % >> D5 vai D6
I1a – reprodūktīvo koku skaita samazināšanās	% /10 gados	1 <25 % 2 25-50 % 3 50-75 % 4 > 75 %
I1b – nokaltušo koku skaita palielināšanās	% /10 gados	1 <25 % 2 25-50 % 3 50-75 % 4 > 75 %
I1c – mērķa sugas aizņemtās platības (īpatsvara) samazināšanās	% /10 gados	1 <25 % 2 25-50 % 3 50-75 % 4 > 75 %

I2 Nepietiekama pašatjaunošanās ĢRSV.

Indikators I2 - pašatjaunošanās sekmes ĢRSV. Tam ir tikai viens verificētājs – ilgtermiņā apsaimniekojot ĢRSV, ir pietiekoša pašatjaunošanās vietās, kur tā nepieciešama. Tas ir viegli lietojams verificētājs, jo reģistrē tikai pašatjaunošanās esamību vai neesamību ĢRSV.

3.3. tabula. Indikatora I2 un tā verificētāja I2a darbības definēšana

Kods un nosaukums	Mērvienība	Klases un atbilstošā darbības līmeņa noteikšana	(>>D)
I2 Pašatjaunošanās nepietiekamība	ir /nav 0/1	0 - pašatjaunošanās notiek 1 - pašatjaunošanās nenotiek	>> D1 >> D2
I2a pašatjaunošanās	ir /nav 0/1	0 - pašatjaunošanās notiek 1 - pašatjaunošanās nenotiek vairāk kā 10 gadus	

I3 Sagaidāmais populācijas samazinājums ĢRSV biotisko faktoru ietekmē.

Klimata izmaiņu ietekmē sagaidāms, ka biotisko faktoru ietekme uz populācijas lielumu pieaugs gan intensitātes, gan izplatības ziņā. Indikators I3 verificētāji mēra biotisko faktoru apdraudējumu smaguma pakāpi populācijai, ko definē, kā biotiskā faktora skarto/bojāto koku īpatsvaru. Paredzamais biotisko faktoru apdraudējuma smaguma līmenis atbilst gaidāmajam samazinājumam 10 gadu laikā. I3 koncentrējas uz specifiskiem kaitēkļiem un slimībām, kas arī katrs atsevišķi spēj nodarīt ievērojamus bojājumus populācijā/ĢRSV. Piemēram, ja vairākas desmitgades novērojama intensīva sēklu bojāeja vai dzīvnieku radīti bojājumi, apgraužot jaunus kociņus, tad tas radīs nevienmērīgu mērķa koku sugas vecumgrupu sadalījumu un spēcīgas populācijas/ĢRSV platības (lieluma) svārstības.

3.4. tabula. Indikatora I3 un tā verificētāju I3a-c darbības definēšana

Kods un nosaukums	Mērvienība	Apdraudējuma klases un atbilstošā darbības līmeņa (>>D) noteikšana	
I3 Sagaidāmais mērķa koku sugas populācijas samazinājums ĢRSV biotisko faktoru ietekmē	% /10 gados	1 <20 % - ļoti zema apdraudējuma pakāpe 2 20-40 % - zema apdraudējuma pakāpe 3 40-60 % - vidēja apdraudējuma pakāpe 4 60-80 % - augsta apdraudējuma pakāpe 5 >80% - ļoti augsta apdraudējuma pakāpe	>>D1 >>D2 >>D3 >>D5 vai D6 >>D7
I3a Sagaidāmais mērķa koku sugas populācijas samazinājums specifisku kaitēkļu vai slimību dēļ	% /10 gados	1 <20 % - kaitēkļi/slimības nav konstatēta 2 20-40 % - kaitēkļi/slimības ir sastopami, bet paredzamā mirstība - neliela 3 40-60 % - kaitēkļi/slimības ir sastopami, paredzamā mirstība - mērena 4 60-80 % - kaitēkļi/slimības ir sastopami, paredzamā mirstība - ievērojama 5 >80% - kaitēkļi/slimības ir sastopami, sagaidāma pilnīgi visu koku briestaudzes vecumā (mature) mirstība	
I3b Sagaidāmais mērķa koku sugas populācijas samazinājums spēcīgi konkurējošas koku sugas, ieskaitot invazīvos neofītus (svešzemju izcelsmes augu sugas ārpus to izcelsmes areāla) ietekmes dēļ	% /10 gados	1 <20% - konkurējošas koku sugas nav; 2 20-40% - konkurējošas koku sugas konstatētas, bet paredzamā mirstība – neliela; 3 40-60 % - konkurējošas koku sugas konstatētas, paredzamā mirstība – mērena; 4 60-80 % - konkurējošas koku sugas konstatētas, paredzamā mirstība – ievērojama; 5 >80 % - konkurējošas koku sugas konstatētas, sagaidāma pilnīgi visu koku briestaudzes vecumā (mature) mirstība	
I3c Sagaidāmais mērķa koku sugas populācijas samazinājums vai populācijas lieluma ilgtermiņa svārstības intensīvas sēklu bojāejas vai dzīvnieku nograuzumu dēļ	% /30 gados	1 <20% - intensīvas sēklu bojāejas/dzīvnieku nograuzumu nav; 2 20-40 % ir intensīva sēklu bojāēja/dzīvnieku nograuzumi un sagaidāms neliels pašatjaunošanās samazinājums; 3 40-60 % ir intensīva sēklu bojāēja/dzīvnieku nograuzumi un sagaidāms mērens pašatjaunošanās samazinājums; 4 60-80 % ir intensīva sēklu bojāēja/dzīvnieku nograuzumi un sagaidāms nozīmīgs pašatjaunošanās samazinājums; 5 >80 % ir intensīva sēklu bojāēja/dzīvnieku nograuzumi un pašatjaunošanās nenotiek	

I4 potenciāli vairojošos koku skaita samazinājums zem minimālajām prasībām

Indikators I4 ir saistīts ar minimālo prasību attiecībā uz reproduktīvā vecuma koku skaitu, kas nepieciešams konkrētā aizsardzības mērķa realizēšanai ĢRSV. Tam ir trīs verificētāji, kas raksturo reproduktīvā vecuma koku skaita izmaiņas zem pieļaujamās vērtības sliekšņa: 1) plaši izplatītām un audzes veidojošām koku sugām (I4a); 2) marginālām vai izklaidus augošām koku populācijām (I4b); 3) atlikušajām reto un apdraudēto koku sugu populācijām (I4c). Reproductīvo koku skaits vienmēr tiek saistīts ar minimālajām prasībām (mp) un saglabāšanas mērķi ĢRSV. Kokus tieši uzskaita vai novērtē tāpat kā I1 gadījumā, izmantojot 5 klases.

3.5. tabula. Indikatora I4 un tā verificētāju I4a-c darbības definēšana

Kods un nosaukums	Mērvienība	Klases un atbilstošā darbības līmeņa (>>D) noteikšana	
I4 Reproduktīvā vecuma koku skaita samazinājums zem minimālajām prasībām (mp)	Ne(pot) - potenciāli vairoties spējīgo koku skaits ĢRSV	1 >mp virs mp 2 <mp nedaudz zem mp 3 <<mp nepārprotami zem mp 4 <<<mp ievērojami zem mp 5 <<<<mp atlikuši tikai daži dzīvi vairotiespējīgi koki	>>D1 >>D2 >>D3 >>D5 vai D6 >>D7
I4a Reproduktīvā vecuma koku skaita samazinājums zem noteiktā vērtības sliekšņa plaši izplatītām un audzes veidojošām koku sugām	Ne(pot)	1 >500 2 250-500 3 100-250 4 50-100 5 <50	
I4b Reproduktīvā vecuma koku skaita samazinājums zem noteiktā vērtības sliekšņa marginālo vai izklaidus augošu koku sugu populācijām	Ne(pot)	1 >50 2 25-50 3 15-25 4 <15 (kumulatīva darbība) 5 <15 (kumulatīva darbība)	
I4c Reproduktīvā vecuma koku skaita samazinājums zem noteiktā vērtības sliekšņa reto un apdraudēto koku sugu populācijām	Ne(pot)	1 >15 2 <15 (kumulatīva darbība) 3 <15 (kumulatīva darbība) 4 <15 (kumulatīva darbība) 5 <15 (kumulatīva darbība)	

3.6. tabula. Pārskats par I4 rādītāja Ne sliekšņiem, atbilstoši EUFGIS informācijas sistēmas minimālajām prasībām (39. lauks)

EUFGIS datu standarti		Mežsaimnieciskās darbības līmeņi			
(38. lauks) Populācijas pamatojums	(39. lauks) Reproduktīvo koku skaits populācijā	D3 (<i>in situ</i>)	D5/D6 (<i>ex situ</i> , atbalstītā (assisted))	D7 (<i>ex situ</i> , dzīvie koki)	D8 (<i>ex situ</i> , statiskā)
1 (I4a)	500	500	250	100	50
2 (I4b)	50	50	25	15	15
3 (I4c)	15	15	15	15	15

Indikatori/verificētāji pašreizējo vai sagaidāmo traucējumu novērtēšanai.

Šie rādītāji atspoguļo esošos vai sagaidāmos riskus konkrētās koku sugas populācijas/ĢRSV zaudēšanai. Dabiskās vides izmaiņu rezultātā *in situ* saglabāšana var kļūt neilgtspējīga un tā jāpapildina ar *ex situ* saglabāšanas metodēm. Ar *ex situ* pielietošanu nebūs iespējams saglabāt visu populāciju, jo tā saglabās tikai šī brīža ģenētisko daudzveidību, kas ir tikai daļa no *in situ* saglabāšanā uzturētās. Tādējādi *ex situ* saglabāšanai vajadzētu būt pēdējai izvēlei gadījumā, ja konkrēti rādītāji norāda uz lielu populācijas izzušanas risku (Koskela et al., 2013). Šie rādītāji, kuriem ir stohastisks (nejaušs; gadījuma raksturs) fons un milzīga ietekme uz mērķa sugas populāciju, var ieteikt vairākas alternatīvas pārvaldības darbības konkrētajai ĢRSV. Populācijas izzušanas risks ir atkarīgs no bojājuma pakāpes, ko var radīt stohastisks notikums, un tā iestāšanās varbūtība (atkārtošanās periods). Lai apvienotu dažādas izcelsmes notikumus ar līdzīgām sekām uz ĢRSV mērķa grupu, šo rādītāju iedalījums balstīts uz šādu notikumu rašanās varbūtību.

3.7. tabula. Indikatoru I5, I6, I7 iedalījums pēc traucējumu rašanās iespējamības

Traucējuma rašanās iespējamība	Tūlītējs populācijas zaudējums (faktiski notiek šobrīd/jau noticis)	Liela populācijas zaudēšanas varbūtība	Maza populācijas zaudēšanas varbūtība
Paskaidrojums	Faktiskais populācijas zaudējums stohastiskas dabas katastrofas (piemēram, uguns, lavīnas, vētras, sasalstoša lietus, plūdu u. tml.) rezultātā	Liela populācijas zaudēšanas varbūtība stohastiskas dabas katastrofas vai antropogēnās ietekmes (piemēram, izmaiņas zemes lietošanas veidā) rezultātā	Maza populācijas zaudēšanas varbūtība stohastiskas dabas katastrofas vai antropogēnās ietekmes (piemēram, izmaiņas zemes lietošanas veidā) rezultātā
Indikators	I5	I6	I7
Verificētāji	I5a-I5c	I6a-I6c	I7a-I7c

I5 populācijas zaudēšana

Dažādu dabas katastrofu – ugunsgrēku, vētru u.c. ietekmē populācijas/ĢRSV var aiziet bojā pilnīgi, vai citu bojājumu – sasalstoša lietus, sala, plūdu, zemes noslīdējumu rezultātā ĢRSV var izdzīvot tikai atsevišķi koki. Tas radītu iespēju atgūt materiālu (potējot, ievācot sēklas) un atsevišķus genotipus saglabāt ar sēklām, lai izveidotu jaunu populāciju/ĢRSV. Tomēr var būt apstākļi, kad vienīgā iespējamā darbība ir vienības nomaīņa ar citu ĢRSV tajā pašā ekoģeogrāfiskajā zonā.

3.8. tabula. Indikatora I5 un tā verificētāju I5a-c darbības definēšana

Kods un nosaukums	Mērvienība	klases un atbilstošā darbības līmeņa (>>D) noteikšana	
I5 Koku skaits populācijā ir sarucis līdz minimumam, bet genotipu saglabāšana vēl ir iespējama	Ne(pot)	1 >mp pārsniedz minimālās prasības; 2 <mp nepārprotami zem min.prasībām	>>D1 >>D4
I5a Potenciāli vairoties spējīgo koku skaits ir sarucis zem noteiktā vērtības sliekšņa plaši izplatītām un audzes veidojošām koku sugām	Ne(pot)	1 >500 2 <500	>>D1 >>D4
I5b Potenciāli vairoties spējīgo koku skaits ir sarucis zem noteiktā vērtības sliekšņa marginālām un izklaidus augošām koku sugu populācijām	Ne(pot)	1 >50 2 <50	>>D1 >>D4
I5c Potenciāli vairoties spējīgo koku skaits ir sarucis zem noteiktā vērtības sliekšņa reto un apdraudēto koku sugu populācijām	Ne(pot)	1 >15 2 <15	>>D1 >>D4

I6 Liela populācijas zaudēšanas iespējamība

Reliktās populācijas bieži aug apgabalos, kur notiek meža ugunsgrēki, zemes nogrūvumi, ir gaisa piesārņojums, plūdi u.t.t., un, ja, ņemot to vērā, ievērojama daļa ĢRSV varētu izzust stohastiskas katastrofas rezultātā, ir jāplāno un jāveic šo vienību evakuācija. ĢRSV, kurās ir liela varbūtība dabas katastrofu vai mainīgu vides apstākļu dēļ populāciju zaudēt, nepieciešams ievākt MRM. Šāda pieeja, piemēram, jau izmantota 1980-jos gados, lai saglabātu sudrabegles populāciju, kas cieta no gaisa piesārņojuma, no jauna izveidojot ĢRSV teritorijā bez gaisa piesārņojuma. ĢRSV nevajadzētu izveidot vietās, kur pastāv risks to izdzīvošanai vai kur mērķa populācija var tikt atkārtoti iznīcināta īsā laika periodā. Šādos gadījumos vienīgais ģenētisko resursu saglabāšanas veids būtu *ex situ* saglabāšana drošā vietā.

3.9. tabula. Indikatora I6 un tā verificētāju I6a-c darbības definēšana

Kods un nosaukums	Mērvienība	klases un atbilstošā darbības līmeņa (>>D) noteikšana	
I6 Koku skaitam populācijā ir liels samazinājuma zem minimālajām prasībām risks dabisko traucējumu vai antropogēnās iedarbības <u>lielas iespējamības dēļ</u>	Ne(pot)	1 >mp pārsniedz minimālās prasības 2 <mp nepārprotami zem minimālajām prasībām	>> D >>D4 vai D6
I6a Potenciālais reproduktīvo koku skaits draud samazināties zem noteiktā vērtības sliekšņa plaši izplatītām un audzes veidojošām koku sugām	Ne(pot)	1 >500 2 <500	>>D >>D4 vai D6
I6b Potenciālais reproduktīvo koku skaits draud samazināties zem noteiktā vērtības sliekšņa marginālajām un izklaidus augošām koku sugu populācijām	Ne(pot)	1 >50 2 <50	>>D1 >>D4 vai D6
I6c Potenciālais reproduktīvo koku skaits draud samazināties zem noteiktā vērtības sliekšņa reto un apdraudēto koku sugu populācijām	Ne(pot)	1 >15 2 <15	>>D1 >>D4 vai D6

I7 maza populācijas zaudēšanas iespējamība

Populāciju/ĢRSV var nākties zaudēt zemes izmantošanas veida maiņas rezultātā, kas galvenokārt ir ilgtermiņa plānošanas procesu sekas. Zemes izmantošanas veida maiņa (zemes transformācija) var izpausties kā platības pakāpeniska zaudēšana, kas, piemēram, sākas no vienas malas, samazinot ĢRSV kopējo platību; var notikt ĢRSV fragmentēšana, piemēram, dzelzceļu, elektroliņiju, cauruļvadu u.tml. būvju rezultātā.

3.10. tabula. Indikatora I7 un tā verificētāju I7a-c darbības definēšana

Kods un nosaukums	mērvienība	klases un atbilstošā darbības līmeņa (>>D) noteikšana
-------------------	------------	---

I7 Maza iespējamība dabisko traucējumu vai antropogēnās iedarbības dēļ koku skaitam populācijā ir risks samazināties zem minimālo prasību sliekšņa	Ne(pot)	1 >mp pārsniedz minimālās prasības 2 <mp nepārprotami zem minimālo prasību sliekšņa	>>D1 >>D4 vai D6 vai D7 vai D8
I7a Potenciālais reproduktīvo koku skaits samazināties zem noteiktā sliekšņa plaši izplatītām un audzes veidojošām koku sugām	Ne(pot)	1 >500 2 <500	>>D >>D4 vai D6
I7b Potenciālais reproduktīvo koku skaits samazināties zem noteiktā sliekšņa marginālajām un izklaidus augošām koku sugu populācijām	Ne(pot)	1 >50 2 <50	>>D1 >>D4 vai D6 vai D7
I7c Potenciālais reproduktīvo koku skaits samazināsies zem noteiktā sliekšņa reto un apdraudēto koku sugu populācijām	Ne(pot)	1 >15 2 <15	>>D1 >>D4 vai D6 vai D7 vai D8

Ģenētiskā monitoringa indikatori un verificētāji.

Iepriekš apskatītie indikatori un verificētāji demogrāfisko izmaiņu novērtēšanai ĢRSV ir viegli novērtējami, izdarot vienkāršus mērījumus dabā. Ideālā gadījumā paralēli demogrāfiskiem mērījumiem būtu jāveic tiešie ģenētiskie mērījumi, tomēr tas ir iespējams vien ĢRSV ar intensīvu uzraudzību vai tām, kas ir daļa no ģenētiskās uzraudzības programmas (Rudow et al., 2020). Molekulārā ģenētika strauji attīstās, pārejot no neitrāliem ģenētiskiem marķieriem uz marķieriem saistītiem vai atbildīgiem par adaptīvajām pazīmēm. Tiklīdz mērķa sugai būs pieejami adaptīvo pazīmju ģenētiskie dati, tā būs nepieciešami jauni verificētāji un, iespējams, arī indikatori. Šeit DST ieteiktās metodes paraugu vākšanai un atbilstošai uzglabāšanai ir atslēga to turpmākai kā bāzes datu izmantošanai līdz brīdim, kad būs pieejamas ātras un rentablas genotipēšanas metodes (Rudow et al., 2020).

I8 ģenētiskās mainības samazināšanās (ģenētiskā erozija)

Tas ir tiešs ģenētiskās mainības relatīvās samazināšanās laika gaitā rādītājs. I8 var izmantot kopā ar I1 - relatīvā potenciāli vairoties spējīgu koku skaita samazināšanās. I8 būtu jāvērtē regulāri ik pēc 10 gadiem, vai pēc nozīmīgu dabas katastrofu ietekmes, vai nozīmīgas mežsaimnieciskas iejaukšanās. Paraugi ievācami vismaz no 50 kokiem, bet lielāks paraugkoku skaits dos lielāku precizitāti. Izmaiņu novērtēšanai, izmanto dažādas vecuma koku grupas laika gaitā. Veic konkrētās vecuma grupas salīdzināšanu laika gaitā, nevis visu koku novērtēšanu laika gaitā. Katra koka datus var izmantot turpmākiem pētījumiem, tāpēc jā sagatavo detalizēta karte ar atsevišķu koku ģeogrāfiskajām atrašanās vietām. Potenciālie verificētāji, kas norāda uz ģenētiskās mainības statusu, ir:

- alēļu skaita (Na), vai alēļu daudzveidības (richness) (Ar) izmaiņas laikā, ja paraugu lielumi ir atšķirīgi (nevienādi);
- īslaicīgas sagaidāmās heterozigotitātes (He) izmaiņas laikā;
- izmaiņas alēļu frekvencē (A%), īpaši adaptīvo pazīmju gēnu variantiem vai retās alēlēs;
- Efektīvās populācijas (Ne) samazināšanās.

Vajadzīgi ir visi verificētāji, bet visinformatīvākie ir alēļu skaits (Na) vai alēļu daudzveidība (Ar). DST piedāvā alēļu daudzveidības vai atsevišķu alēļu frekvences samazināšanās novērtējumu saskaņā ar Starptautiskās dabas un dabas resursu aizsardzības savienības apdraudējuma kritēriju (IUCN 2012) izmantošanu; tiek uzskatīts, ka samazinājums par 30 % vai vairāk norāda, ka populācija ir potenciāli neaizsargāta, savukārt samazinājums par 50 % vai vairāk liecina, ka populācija ir potenciāli apdraudēta (3.11. tabula). Liela nozīme būtu jāpiešķir reto un individuālo alēļu sastopamības samazināšanai. Ir lietderīgi uzraudzīt reto alēļu biežuma izmaiņas, jo ģenētiski novērtējot reto alēļu samazināšanos (zemu frekvenču alēles), nevis, piemēram, heterozigotitāti, novirze var kļūt redzama agrāk. Svarīgi ņemt vērā ģenētiskās daudzveidības parametru (Ar, He u.c.) un reprodiktīvo koku skaita korelācijas efektivitāti. Mazām populācijām ir tendence uzrādīt zemāku ģenētiskās daudzveidības līmeni nekā lielām populācijām, jo ir palielināta ģenētiskā novirze (dreifs) un/vai tuvradniecīga krustošanās. Populācijas efektīvais lielums ir mazāks par uzskaitīto lielumu, bet attiecības starp šiem verificētājiem būtiski atšķiras pa sugām (Rudow et al., 2020).

3.11. tabula. Indikatora I8 un tā verificētāju I8a-c darbības definēšana

Kods un nosaukums	Mērvienība	Klases un atbilstošā darbības līmeņa (>>D) noteikšana	
I8 Ģenētiskās mainības (variation) samazināšanās (ģenētiskā erozija)	% /10 gados	1 <30 % no sākotnējā (baseline) 2 >30 % no sākotnējā (baseline) 3 >50 % no sākotnējā (baseline)	>>D1 >>D2 vai D3 >>D4 vai D5 vai D6
I8a Alēļu skaita (Na) vai alēļu daudzveidības (Ar) samazināšanās	% /10 gados	1 <30 % no sākotnējā (baseline) 2 >30 % no sākotnējā (baseline) 3 >50 % no sākotnējā (baseline)	>>D1 >>D2 vai D3 >>D4 vai D5 vai D6
I8b Sagaidāmās heterozigotitātes (He) samazināšanās	% /10 gados	1 <30 % no sākotnējā (baseline) 2 >30 % no sākotnējā (baseline) 3 >50 % no sākotnējā (baseline)	>>D1 >>D2 vai D3 >>D4 vai D5 vai D6
I8c Alēļu un genotipu frekvences samazināšanās	% /10 gados	1 <30 % no sākotnējā (baseline) 2 >30 % no sākotnējā (baseline) 3 >50 % no sākotnējā (baseline)	>>D1 >>D2 vai D3 >>D4 vai D5 vai D6
I8d Efektīvās populācijas (Ne) samazināšanās	% /10 gados	1 <30 % no sākotnējā (baseline) 2 >30 % no sākotnējā (baseline) 3 >50 % no sākotnējā (baseline)	>>D1 >>D2 vai D3 >>D4 vai D5 vai D6

ĢRSV apsaimniekošanas (vadības) darbības.

Saskaņā ar minimālajām prasībām, meža ģenētisko resursu saglabāšanas vienību apsaimniekošanu organizē atbilstoši apsaimniekošanas plānam, paredzot tajā darbības uzstādītā mērķa – ģenētiskās daudzveidības, evolūcijas procesu un adaptīvā potenciāla saglabāšanas ilgtspējas nodrošināšanai daudzās paaudzēs. ĢRSV veido vienai vai vairākām mērķa koku sugām, un vienības lielumu nosaka tajā iekļaujamo reproduktīvā vecuma koku minimālais skaits, atbilstoši koku sugai un saglabāšanas mērķim (500, 50 vai 15 reproduktīvā vecuma koki) (Koskela et al., 2013).

Atbalsta instrumenta autori (Rudow et al., 2020) uzskata, ka šo atbalsta instrumentu pielietošana aizsargājamās dabas teritorijās novirzītu uzmanību no indikatora koncepcijas un tādejādi mazinātu tā pamatfunkciju – atvieglot lēmumu pieņemšanu. DST mērķis ir saglabāt tā universālo pielietojumu, lai ĢRSV apsaimniekotāji varētu izstrādāt piemērotas apsaimniekošanas darbības katrai individuālai ĢRSV. Svarīgs lēmumu atbalsta instrumenta aspekts ir terminu standartizācija. Tas attiecināms ne tikai uz ievades datiem, bet arī uz izvades datiem – veicamo apsaimniekošanas darbību ieteikumiem. Optimāla atbalsta nodrošināšanai, dokumentācijā un saziņā par ĢRSV veiktajām darbībām skaidri jānorāda, kādā veidā katra no darbībām tikusi īstenota. DST piedāvā konkrētu pasākumu sarakstu. Neatrodot universālu metodi meža veicamo apsaimniekošanas pasākumu standartizēšanai, autori izveidoja sintēzi, pamatojoties uz informāciju no atbilstošās literatūras avotiem (Rudow et al., 2020) (3.11. tabula).

D1 ĢRSV pamatapsaimniekošana.

Šī atbalsta instrumenta (DST) kontekstā ar ĢRSV pamatapsaimniekošanu saprot vienības apsaimniekošanu, izmantojot tās efektīvās vadlīnijas un vadības metodes, kas saglabā ĢRSV evolūcijas potenciālu ilgtermiņā, kas ir viena no minimālajām prasībām ĢRSV iekļaušanai EUFGIS.

Papildus *in situ* apsaimniekošanas pasākumi (D2, D3, D4).

D2 Mežsaimnieciskie pasākumi.

In situ apsaimniekošana ir paredzēta, lai veicinātu dinamiskos ģenētiskos procesus sekmīgas adaptācijas un mērķa sugas populācijas ģenētiskās daudzveidības saglabāšanā, uzturētu pietiekoši liela skaita koku ziedēšanu, nodrošinātu atbilstošus gaismas apstākļus sējeņu izdzīvošanai un augšanai, veiktu uguns uzraudzību un aizsardzību un zālēdāju dzīvnieku kontroli (Koskela et al., 2013). Tāda apsaimniekošana nodrošina mērķa koku sugas populācijas ilgtspēju, atbilstošie augšanas apstākļi – vitalitāti un pašatjaunošanos.

Sēklu ražošanas veicināšanai un populācijas vitalitātes uzturēšanai var būt nepieciešama retināšana (dažādas intensitātes), paturot prātā ĢRSV nepieciešamo sēklu koku skaitu ģenētiskās daudzveidības saglabāšanai nākamajās paaudzēs.

Ja mežsaimnieciskie pasākumi pašatjaunošanās veicināšanai nav efektīvi, var rasties nepieciešamība pēc atjaunošanas stādīt, kas izvirza konkrētus uzdevumus:

1) sēklu vākšanu ĢRSV vai blakus esošā autohtonā mežaudzē;

2) stādāmā materiāla izaudzēšana;

3) platības sagatavošana stādīšanai (koku ciršana un augsnes sagatavošana). Šie pasākumi veicina arī pašatjaunošanos, kas lieliski papildina stādīšanu.

Pašatjaunošanās veicināšanai var izmantot citu sugu, piemēram, krūmu izvākšanu, tādejādi mazinot konkurenci/patogēnus. Nepieciešamības gadījumā var pielietot iežogojumu, lai mazinātu meža dzīvnieku piekļuvi un jauno kociņu apgraušanu un nograusšanu; izveidot ugunsdrošības joslas.

D3 Esošas ĢRSV robežu pārvietošana (pārdefinēšana).

Ja ĢRSV kāda iemesla dēļ vairs neatbilst minimālajām prasībām par reproduktīvā vecuma koku minimālo skaitu vienībā, tad, mainot ĢRSV robežas, ir iespējams to novērst, iekļaujot ĢRSV atbilstošas blakus esošas autohtonas mežaudzes, atbrīvojot jauno teritoriju no jebkāda neautohtona (nevietēja) mērķa sugas materiāla. To aizstāj ar autohtonu materiālu, nodrošinot ģenētiskās daudzveidības saglabāšanu, vācot sēklas no saglabāšanas mērķim atbilstoša mātes koku skaita.

D4 Esošas ĢRSV aizvietošana ar citu.

Dažādi apstākļi (zemes lietojuma maiņa, dabas katastrofas u.tml.) var izraisīt ĢRSV nepieejamību (nefunkcionalitāti). Šādos gadījumos, lai uzturētu tās pašas sugas ĢRSV tādos pašos vides apstākļos, būs nepieciešams ĢRSV nomainīt pret citu vai pārvietot ĢRSV tajā pašā vides zonā, vai rekombinēt dublētas un līdzīgas saglabāšanas vienības. Piemēram, Somijā parastās egles ĢRSV tika konstatētas divas retas sūnu sugas, kuru dēļ teritorija ieguva stingri aizsargājamas dabas teritorijas statusu lielākajā ĢRSV daļā. Ģeogrāfiskā novietojuma (64°39') un augstuma virs jūras līmeņa (270-370 m) dēļ pašatjaunošanās ĢRSV bez mežsaimnieciskas iejaukšanās nebija iespējama. Tā kā teritorijā divi minētie lietošanas veidi nebija apvienojami, tuvumā esošā teritorijā tika izveidota jauna ĢRSV – tika nocirsta 1 neautohtona egļu mežaudze un platība atjaunota ar autohtonas vietējas, tuvumā esošas egļu mežaudzes MRM.

Papildus *ex situ* apsaimniekošanas darbības (D5, D6, D7, D8).

D5 Atbalstītā (assisted) gēnu plūsma ĢRSV.

Ja konsekventi novēro koku skaita samazināšanos laika gaitā klimata pārmaiņu vai citu draudu apstākļos, nākas novērtēt ĢRSV noturību. Lai saglabātu ĢRSV ģenētisko daudzveidību, izmanto atbalstīto gēnu plūsmu - tā ietver reproduktīvā materiāla (sēklu vai stādu) ieviešanu (introdukciju) no tuvas, kaimiņos esošas populācijas, kura, paredzams, spēs pielāgoties līdzīgiem apstākļiem.

D6 Atbalstītā (assisted) ĢRSV pārvietošana.

Ja pārvietošana ir vienīgā iespēja saglabāt ĢRSV, tad pārvietošanu veic nelielā ekoloģiskā attālumā no sākotnējās ĢRSV. Māteskoku skaitam sēklu vai potzaru vākšanai jāatbilst minimālajām prasībām (≥ 50 māteskoki vismaz 50 m attālumā viens no otra), lai ievāktais materiāls būtu reprezentatīvs populācijas genofondam. Nelielu populāciju un izklaidus augošu koku sugu populāciju gadījumā jādublē viss genofonds. Skroppa (2015) iesaka minimālo dzīvotspējīgas populācijas lielumu no vismaz 5000 sējeņiem/stādiem, kam sēklas ievāktas no populācijas, kurā ir vismaz 500 reproduktīvā vecuma mērķa sugas koki. Sēklām jābūt vāktām vismaz divos ražas gados no 50 māteskokiem kokiem, kas ir telpiski izklidēti un pārstāv visu teritorijas ekoloģisko apstākļu kopumu (Kelleher et al., 2015).

D7 Saglabāšana kolekcijās/stādījumos.

Situācijās, kad ir apdraudēta dzīvotne un nepieciešams novērst ĢRSV izzušanu, saglabāšanu var veikt ārpus vienības fiziskajām un ekoloģiskajām robežām, ievācot materiālu no reprezentatīvas populācijas daļas un ievietojot to jaunā vietā. Tas izdarāms vai nu veģetatīvi pavairojot atlikušos īpatņus, vai audzējot stādus un stādot arhīvā (kolekcijā). Kolekciju var papildināt ar citu populāciju materiālu no tās pašas klimatiskās/ekoloģiskās zonas. Lai mazinātu populācijas zaudēšanas riskus, kolekciju var dublēt divās augšanas vietās. Māteskoku skaitam jāatbilst minimālajām prasībām (skat. D6). Ņemot vērā ĢRSV lielumu, var:

1) vākt sēklas apdraudētajā populācijā un jauno populāciju/ĢRSV veidot no stādiem, kas izaudzēti no šīm sēklām (dinamiskā pieeja);

2) sēklas var uzglabāt (statiskā pieeja) un nodrošināt genotipus, izmantojot veģetatīvo pavairošanu.

D8 Saglabāšana sēklu bankā/kriosaglabāšana.

Ex situ saglabāšanai ir arī citas formas – uzglabājot sēklas (sēklu bankas) vai uzglabājot augu daļas zemā temperatūrā (kriosaglabāšana). Sēklas vai augu audus no samazinātās (izzūdošās) ĢRSV uzglabā ar mērķi pēc iespējas ātrāk sugu reintroducēt dabiskos apstākļos.

3.12. tabula. Operatīvās saimnieciskās darbības līmeņi (Dx) ar pasākumu īstenošanas paraugiem no standartizētā veicamo pasākumu saraksta (3.13. tabula)

Kods un darbības līmenis Pasākumu piemēri	Realizēšanas vienība	Piezīmes
D1 Turpināt pamatapsaimniekošanu		Apsaimniekošana “kā parasti”, lai nodrošinātu mērķa koku sugas populācijas pastāvēšanu, vitalitāti un pašatjaunošanos (iespējams, tas pats, kas

Kods un darbības līmenis Pasākumu piemēri	Realizēšanas vienība	Piezīmes
		zem D2, bet kā regulāri mežsaimnieciskie pasākumi un nevis kā reakcija uz norādītajiem draudiem)
M183 grupu izlases cirte	ha un % (krāja) vai m ³	
M124 pašatjaunošanās (ģeneratīvā)	ha	
M111 retināšana	m (māteskoki)	
.....		
D2 Veikt mežsaimnieciskos pasākumus		Mežsaimnieciskie pasākumi, lai nodrošinātu mērķa koku sugas populācijas pastāvēšanu un radītu labvēlīgus apstākļus mērķa koku sugas augšanai, vitalitātei un pašatjaunošanai
M171 invazīvo sugu likvidēšana	ha un % (daļa) un veids	
M124 pašatjaunošanās (ģeneratīvā)	ha	
M142 atsevišķu koku aizsardzība	ha un n (koku sk.) un veids	
.....		
D3 Esošas ĢRSV robežu pārvietošana		Vienības robežu paplašināšana (pārceļšana), lai ĢRSV ietvertu piemērotu, blakus esošu autohtonu mežaudzi
M312 esošas ĢRSV turpināšana (paplašināšana), palielinot tās perimetru	ha (pieaugums)	
.....		
D4 Esošas ĢRSV aizvietošana ar citu		Esošas ĢRSV aizvietošana ar citu ĢRSV, vislabāk iepriekšējai vienībai atbilstošos vides un augšanas apstākļos
M313 Esošas ĢRSV nomaīņa, izmainot ĢRSV perimetru	ha (samazinājums) un ha (pieaugums)	
.....		
D5 Atbalstītā (assisted) gēnu plūsma ĢRSV		MRM, kas sekmīgi varētu pielāgoties līdzīgajiem vides apstākļiem, introdukcija no tuvu kaimiņos augošas populācijas
M112 sēklu vākšana	n (sēklas) un m (māteskoki)	
M121 stādāmā materiāla izaudzēšana, stādīšana	ha un n (indivīdi) un provenience	
.....		
D6 Atbalstītā (assisted) ĢRSV pārvietošana		Pārvietošana nelielā ekoloģiskā attālumā no sākotnējā ĢRSV

Kods un darbības līmenis Pasākumu piemēri	Realizēšanas vienība	Piezīmes
M321 ekvivalentas ĢRSV izveidošana, izmantojot mērķa populācijas ĢRSV atbalstīto pārvietošanu	ĢRSV (jauna ieraksta izveide saskaņā ar EUFGIS standartiem)	
M112 sēklu vākšana	n (sēklas) un m (māteskoki)	
M121 stādāmā materiāla izaudzēšana, stādīšana	ha un n (indivīdi) un proveniense	
.....		
D7 Saglabāšana kolekcijās/stādījumos		Bojā esošas ĢRSV atlikušo mērķa sugas koku klonēšana (vai stādu izaudzēšana) un stādīšana kolekcijās/stādījumos, tādejādi saglabājot izdzīvojušos kokus ārpus to dabiskās augšanas vides
M113 spraudēju/potzaru vākšana, apsakņošana/potēšana	n (skaits) un m (kloni)	
M122 spraudenstādu stādīšana	ha un n (indivīdi) un m (kloni) un provenienses	
M151 pesticīdu pielietošana	ha un veids	
.....		
D8 Saglabāšana sēklu bankā/kriosaglabāšana		Statiskās saglabāšanas metode - sēklu vai audu ievākšana bojā esošā ĢRSV un glabāšana sēklu bankā vai kriosaglabāšanā, lai naturalizētu vēlāk
M323 <i>ex situ</i> saglabāšanas vienības izveidošana, kas statistiski saglabā ĢRSV mērķa sugas populāciju	ID (<i>ex situ</i> vienība) un veids (<i>ex situ</i> vienība)	
M116 sēklu banka	n (sēklas) un m (māteskoki)	
M117 kriosaglabāšana	n (indivīdi)	

3.13. tabula. Standartizēts veicamo pasākumu saraksts ĢRSV apsaimniekošanai un vadībai*

Grupa, kods un nosaukums	Realizēšanas vienība	Pielietotā metode
Mežaudzes līmenis (M100)		ĢRSV mērķa sugas populācija un tās mežaudzēs veicamie pasākumi
Reproduktīvais materiāls (MRM)		MRM no ĢRSV mērķa populācijas
M111 retināšana	m (māteskoki)	māteskoku izvēle (atlase) mērķa populācijā
M112 sēklu ieguve	n (sēklas) un m (māteskoki)	ģeneratīvais MRM
M113 spraudēju ieguve	n (spraudēni) un m (kloni)	veģetatīvais MRM
M114 sēklu banka	n (sēklas) un m (māteskoki)	ģeneratīvais MRM

Grupa, kods un nosaukums	Realizēšanas vienība	Pielietotā metode
M115 spraudēju banka	n (spraudēni) un m (kloni)	veģetatīvais MRM
M116 sēkļu banka	n (sēklas) un m (māteskoki)	
M117 kriosaglabāšana	n (indivīdi)	
Atjaunošana		ĢRSV mērķa sugas populācijas atjaunošana
M121 stādīšana	ha, n (indivīdi), proveniencē	ģeneratīvais MRM
M122 spraudēnstādu stādīšana	ha, n (indivīdi), proveniencē	veģetatīvais MRM
M123 sēšana	ha, n (sēklas), proveniencē	
M124 pašatjaunošanās (ģeneratīvā)	ha	
M125 sakņu atvases (veģetatīvā)	ha	
Aizsardzība pret apgraušanu		ĢRSV mērķa sugas populācijas atjaunošanās aizsardzība
M141 iežogošana	ha	
M142 individuālu stādu aizsardzība	ha, n (indivīdi), veids	Individuālo stādu aizsardzības veids (ķīmiskā, mehāniskā, izmantojot aizsargmateriālus)
Aizsardzība pret kaitēkļiem		
M151 Pesticīdu pielietošana	ha un veids	Pesticīdu veids
M152 bojāto koku izvākšana	ha, n (indivīdi), veids	Kaitēkļu veids
Kopšana/retināšana		Iejaukšanās, lai uzlabotu mērķa sugas populācijas augšanas apstākļus un sugu sastāvu ĢRSV
M171 Invazīvo sugu likvidēšana	ha, %, veids	Mērķa sugas aizņemtā (share) platība ĢRSV un invazīvās sugas veids
M172 konkurējošo koku likvidēšana	ha, %	Mērķa sugas aizņemtā (share) platība ĢRSV
M173 paaugas likvidēšana	ha, % (paauga) vai m ³	
Pēdējā cirte (final harvest)		Iejaukšanās paaudžu cikla nomaiņai
M181 atjaunošanas cirte	ha, m ³	% no audzes krājas
M182 pakāpeniskā cirte	ha, m ³	% no audzes krājas
M183 grupu izlases cirte	ha, m ³	% no audzes krājas
M184 izlases cirte	ha, m ³	% no audzes krājas
Augšanas vietas līmenis (M200)		Tehniskie pasākumi ĢRSV
M211 augsnes gatavošana	ha, veids	Augsnes gatavošanas veids
M212 ķīmiskā augsnes apstrāde	ha, veids	Ķīmiskās apstrādes veids
M213 mēslošana augšanas uzlabošanai	ha, veids	Mēslojuma veids
M214 augsnes kalķošana	ha, veids	Aktīvo kalķu veids

Grupa, kods un nosaukums	Realizēšanas vienība	Pielietotā metode
M215 barības vielu kompensēšana	ha, veids	Barības vielu veids
M216 veģētācijas uzkrātā slāpekļa fiksēšana	ha, n (indivīdi), veids	Slāpekli uzkrājošās sugas
Nosusināšana		
M221 drenāžas sistēma	ha, EUR (izmaksas)	Drenāžas sistēmas konstrukcijas izmaksas
M222 nosusināšana, izmantojot augus	ha, n (indivīdi), veids	Nosusinātājaugu veids
Apūdeņošana		
M231		
M232		
Uguns uzraudzība mežā		
M251 uguns aizsardzības sistēma	ha, EUR (izmaksas)	Konstrukciju un aprīkojuma izmaksas
M252 aizsardzība no vainaguguns /novēršana	ha	
M253 aizsardzība no skrejuguns/novēršana	ha	
M254 preventīvie uguns aizsardzības pasākumi	ha	Uzliesmojošas biomasas aizvākšana
Lavīnu (nogrūvumu) kontrole (uzraudzība)		
M261 pastāvīga aizsardzība pret nogrūvumiem	ha, EUR (izmaksas)	Konstrukciju izmaksas
M262 pagaidu aizsardzība pret nogrūvumiem	ha, EUR (izmaksas)	Konstrukciju izmaksas
Aizsardzība pret zemes noslīdējumiem		
M271 fiziska slīpuma nostiprināšana	ha, EUR (izmaksas)	Konstrukciju izmaksas
M272 slīpuma nostiprināšana ar veģētāciju	ha, n (indivīdi), veids	Nostiprinošās sugas
Vēja (vētru) uzraudzība		Mežaudzes stabilizēšanas pasākumi
Vienības līmenis (M300)		ĢRSV pārdefinēšanai veiktie pasākumi
Esošas ĢRSV pārvietošana		
M311 atteikšanās no ĢRSV	ĢRSV	Datu kopa par likvidēto ĢRSV tiek uzturēta
M312 esošās ĢRSV turpināšana, palielinot (pārvietojot) tās perimetru	ha (pieaugums)	Perimetra integrācija blakus esošā tās pašas mērķa koku sugas populācijā (mežaudzē) (sk. D3)
M313 esošās ĢRSV aizvietošana pārvietojot perimetru (mainot ĢRSV atrašanās vietu)		ĢRSV pārvietošana uz apkārtnē esošu mērķa koku sugas populāciju (mežaudzi) (sk. D4)

Grupa, kods un nosaukums	Realizēšanas vienība	Pielietotā metode
Organizatoriskā mērķa koku sugas ĢRSV pārdefinēšana		
M321 ekvivalentas ĢRSV izveidošana, izmantojot mērķa sugas populācijas atbalstīto pārvietošanu	ĢRSV (jauna ieraksta izveide saskaņā ar EUFGIS standartiem)	MRM pārvietošana no apdraudētas vai bojā ejošas mērķa koku sugas ĢRSV uz jaunu ĢRSV ar labvēlīgākiem apstākļiem (sk. D6)
M322 augošu koku <i>ex situ</i> saglabāšanas vienības izveidošana mērķa sugas populācijas saglabāšanai	ID (<i>ex situ</i> vienība), veids (<i>ex situ</i> vienība)	apdraudētas vai bojā ejošas mērķa koku sugas MRM saglabāšana <i>ex situ</i> vienības izveidošanai (sk. D7)
M323 statistiskas <i>ex situ</i> saglabāšanas vienības izveidošana mērķa sugas populācijas saglabāšanai	ID (<i>ex situ</i> vienība), veids (<i>ex situ</i> vienība)	apdraudētas vai bojā ejošas mērķa koku sugas MRM saglabāšana <i>ex situ</i> vienības izveidošanai (sk. D8)
.....		

* pasākumi un to vienība(-as) definēti standartizētai EUFGIS dokumentācijai (numerācija ir atvērta pasākumu vai pasākumu grupu papildināšanai).

3.4. Latvijas meža koku sugu ģenētisko resursu saglabāšana un apsaimniekošana

Latvijas meža koku sugu ģenētiskos resursus veido tās koku sugas, kuru dabiskais izplatības areāls ietver Latviju. Latvija atbilstoši klimatiskajiem apstākļiem atrodas semi-boreālajā zonā, kas nosaka koku sugu sastāvu, savukārt sugas īpatsvars ir atkarīgs no tās atrašanās vietas izplatības areālā un mežu apsaimniekošanas vēstures un intensitātes. Sugu īpatsvars pēc platības (pēc valdošās sugas mežaudzē) – priede 28%, bērzi 28%, egļe 18%, baltalksnis 10%, apse - 8%, melnalksnis 5%, ozols <1%, osis <1% un citas sugas (liepa, kļava, goba, vīksna un skābardis <2% (MSI 2020). Latvijā ir reģistrētas 34 ģenētisko resursu mežaudzēs 9 koku sugām ar kopējo platību ~ 4,8 tūkst. ha.

Trīs galvenās pamatprasības, lai *in situ* MGR saglabāšana sasniegtu izvirzītos mērķus, ir:

- 1) ģenētisko resursu saglabāšanas audžu (ĢRSV) tīklam pietiekami jāaptver mērķa sugas telpiski nosacītā ģenētiskā daudzveidība;
- 2) individuālo genotipu skaitam populācijā (ĢRSV) jābūt pietiekami lielam, lai tas ietvertu lielāko daļu ģenētiskās informācijas, kas atrodama attiecīgajā populācijā (izšķiroša ir parasto, svarīgāko gēnu saglabāšana);
- 3) atjaunošanās sistēmai ir jāsaglabā populācija, atjaunotai mežaudzēi pamatā jārodas attiecīgās populācijas īpatņu krustojšanās rezultātā.

EUFORGEN ir izvirzījis standartizētas minimālās prasības, kuras jāievēro dinamisko ĢRSV izveidē un apsaimniekošanā, lai vienības iekļautu EUFGIS (3.1. tabula), tās noteiktas arī MK noteikumos Nr. 177 “Ģenētisko resursu mežaudzju izveidošanas un apsaimniekošanas kārtība”.

Katra ĢRM (visu tajā ietilpstošo dažāda vecuma un struktūras meža nogabalu kopums) ir *in situ* saglabāšanas vienība - ĢRSV, kurai jāatbilst noteiktiem vispārējiem kritērijiem un pamatprasībām. Atkarībā no saglabāšanas mērķa grupas (7.p. a,b,c) visu sugu ĢRSV kopīgās prasības ir:

1. ĢRSV ir Valsts meža dienesta noteikts statuss (pazīme Meža valsts reģistrā);
2. izcelsme - ideālā gadījumā autohtona vai vietējā;

3. ĢRM jābūt pietiekami lielai (ieteicamā platība ir vismaz 100 ha, īsākais audzes caurmērs ≥ 400 m), lai iespējami samazinātu blakus esošo mežaudžu ģenētisko ietekmi;

4. ĢRM apsaimniekošanu veic saskaņā ar iepriekš izstrādātu apsaimniekošanas plānu, kas ietver konkrētus, secīgus saimnieciskos pasākumus mērķa sugas ģenētiskās daudzveidības saglabāšanas nodrošināšanai;

5. ne retāk, kā reizi 5 – 10 gados apseko un inventarizē visu ĢRM teritoriju, novērtējot saglabājamās populācijas stāvokli, atjaunošanās gaitu, turpmākās saimnieciskās darbības nepieciešamību u.tml. un aktualizē ĢRM apsaimniekošanas plānu;

6. jānovērš ģenētiski degradētu vai citādi nepiemērotu mežaudžu, ja tādas ir, ietekme uz ĢRM, nocērtot blakus augošās, vietējiem apstākļiem nepiemērotās vai nekvalitatīvās mežaudzes;

7. saskaņā ar EUFORGEN izstrādāto metodiku meža ģenētisko resursu saglabāšanai, dinamisko ĢRSV iekļaujamo mērķa sugas reproduktīvā vecuma koku skaits, atkarībā no saglabāšanas mērķa, ir:

a) 500 vai vairāk reproduktīvā vecuma koki plaši sastopamo un audzes veidojošo skuju koku vai platlapju sugu ģenētiskās daudzveidības saglabāšanai (parastajai priedei, parastajai eglei, kārpainajam bērzam, parastajai apsei un melnalksnim)

b) vismaz 50 reproduktīvā vecuma kokiem vai divmāju koku sugu gadījumā - 50 sēklas ražojošiem kokiem, ja vienība izveidota, lai saglabātu īpašas adaptīvās vai citas pazīmes marginālās, vai izklaidus augošās koku populācijās (parastajam ozolam, parastajai liepai, parastajam osim, parastajai kļavai un parastajam skābardim vai citai koku sugai)

c) vismaz 15 neradniecīgiem reproduktīvā vecuma kokiem, ja mērķis ir, saglabāt atlikušās retu vai apdraudētu koku sugu populācijas.

Minētais skaits periodiski var samazināties, ja mežaudzes atjaunošanai, veidojot atvērumus briestaudzēs vai arī veicot kopšanas cirtes, tiek izcirsti reproduktīvā vecuma koki, taču šim minimālajam skaitam iespējami ātri jāatjaunojas atkal jauniem kokiem, sasniedzot reproduktīvo vecumu; ja ĢRSV ir vairākas mērķa koku sugas, tad katrai no tām minimālajam reproduktīvā vecuma koku skaitam ĢRSV ir jāatbilst konkrētam saglabāšanas mērķim.

8. ĢRM jāveidojas no daudzām, vienas izcelsmes, dažāda vecuma mērķa sugas mežaudzēm, kurās mērķa suga ir valdošā un kurās var būt arī citu koku sugu piemistrojums. ĢRSV jāveido iespējami vienlaidus, ar vienkārši administrējamām robežām (kvartālstigas, robežstigas, dabiskas robežas (upes, liemie autoceļi, mežmalas) nodalīta ĢRM teritorija, tajā iekļaujamas arī visas citu sugu mežaudzes;

9. no vairākos labas sēklu ražas gados iegūtām sēklām pakāpeniski veido sēklu rezervi ilglaicīgai glabāšanai Latvijas kultūraugu gēnu bankā, kā nodrošinājumu gadījumā, ja ĢRM kādu iemeslu dēļ ietu bojā. Sēklu rezerves apjoms, kas nodrošinātu ĢRM atjaunošanas iespēju ir ne mazāks kā 5 kg;

10. ja ĢRM teritorija ir pietiekoši liela (>100 ha), tad atsevišķu/us nogabalus, kuros ir visvecākā egle, ieteicams atstāt saimnieciski neietekmētus – neveikt cirtes un ļaut mērķa sugai netraucēti „izdzīvot” pilnu dzīves ciklu;

Atkarībā no mērķa sugas bioloģijas, izplatības areāla un saglabāšanas mērķa EUFORGEN izstrādātajās vadlīnijās ir apkopoti ieteikumi meža koku sugu ģenētisko resursu saglabāšanas darbu organizēšanai, kurus, nosakot prioritātes un realizēšanas termiņus, izmantot ĢRSV apsaimniekošanas plānu izstrādē.

Parastā egle (*Picea abies* (L.) Karst)

Parastā egle ir saimnieciski nozīmīgākā skuju koku suga Eiropā, ar augstu ražību un labiem kvalitātes rādītājiem ļoti dažādos augšanas apstākļos, kas ilgu laiku sugai bijusi labvēlīgi. Tās dabīgais izplatības areāls (3.1. attēls) stiepjas 31° Z platuma robežās - no Balkānu pussalas ($41^{\circ}27'N$) līdz Čatangas upei Sibīrijā ($72^{\circ}15'N$) un no $5^{\circ}27'$ Austrumu garuma Francijas Alpos līdz 154° – Ohotskas jūrai Austrumsibīrijā. Tās vertikālā izplatība ir no 0 līdz vairāk nekā 2300 m virs jūras līmeņa Itālijas Alpos.



3.1. attēls. Parastās egles izplatības areāls (karte no EUFORGEN)
 (<http://www.euforgen.org/species/picea-abies/>)

■ × dabiskais areāls un izolētās populācijas
 ■ × introducētās un naturalizējušās, un izolētās populācijas

Parastā egle ir vienmāju koks - uz viena koka attīstās gan vīrišķie, gan sievišķie ziedi. Temperatūras apstākļiem ir liela nozīme ziedu iniciācijā un reprodiktīvo pumpuru, kā arī sēklu attīstībā un nobriešanā. Tieši nelabvēlīgi temperatūras apstākļi ir tie, kuru dēļ sēklu ražas mēdz būt retas un neregulāras. Arī sēklu plantācijās ziedēšanu novēro retāk nekā gaidīts. Lielākā daļa sēklu parastai eglei rodas gan blakusesošū, gan attālāku tās pašas vai blakusesošas mežaudzes koku krustošanās rezultātā. Egles putekšņi spēj pārvietoties lielos attālumos, kas rada ievērojamu gēnu plūsmu starp populācijām. Pašapputes līmenis dabiskās egles populācijās ir ļoti atšķirīgs starp atsevišķiem kokiem, bet pēc aplēsēm mazāk, kā 1 % no pilnajām sēklām veidojušās pašapputes ceļā (Skrøppa, 2003). Parastā egle sēklas sāk ražot 20-30 gadu vecumā klajā vietās, bet mežaudzēs tas notiek vēlāk. Lielākā daļa sēklu izplatās tuvu māteskokam, neliela daļa – tālāk. Pašatjaunošanās ir stipri atkarīga no egles sēklām pieejamā mitruma augsnes virskārtā, kā arī no zemesdzīvnieku aizzēluma un sugu sastāva.

Parastās egles ģenētiskā mainība ir pētīta ar ģenētiskajiem izoenzīmu un DNS marķieriem. Neitrālie marķieri uzrādījuši lielu ģenētisko mainību populāciju iekšienē. Centrāleiropas parastās egles populāciju ģenētiskā daudzveidība ir nedaudz samazinājusies, salīdzinot ar Austrumeiropas un Skandināvijas parastās egles populācijām, diferenciaciju ietekmējusi populāciju pēcledus laikmeta evolūcijas vēsture un reakcija uz klimatiskajiem apstākļiem (piemēram, kontinentalitātes pakāpi), platuma, garuma grādiem un augstuma virs jūras līmeņa (Skrøppa, 2003).

Parastās egles ģenētisko saglabāšanu veic ar *in situ* un, nepieciešamības gadījumā, ar *ex situ* saglabāšanas paņēmieniem, pareizi izmantojot MRM.

Ieteikumi parastās egles ĢRSV apsaimniekošanas organizēšanā:

- atjaunošanās apstākļiem ĢRM jānodrošina ģenētiskās daudzveidības saglabāšanās. Atjaunošanās cirtes jāveic pakāpeniski, jaunās mežaudzes veidojot no vairākos ražas gados ievāktām sēklām. Pāraugušu audžu atjaunošana nav veicama vienā paņēmienā, jo lielu atvērumu veidošana veicina vējgāžu bojājumus un strauju platības aizzēšanu. Tāpēc atvērumus dabiskās atjaunošanās veicināšanai ieteicams veidot uzmanīgi un pakāpeniski, joslu (vēlams ne taisnu) vai nelielu laukumiņu (līdz 0,2 ha) veidā. Atjaunošanas cirtes veic,

atbrīvojot augšanas telpu perspektīvām (veselām, nebojātām) 2. stāva eglēm un paaugas grupām, veidojot ap tām atvērumus laukumiņu vai šauru joslu veidā. Plānojot un veicot atjaunošanas cirtes, ekoloģiskos kokus nesaglabā, arī atsevišķi augošu egļu kā sēklu koku atstāšana nav lietderīga. Lai ierobežotu sakņu trupes izplatību, nav pieļaujama inficētas vai trupes attīstībai piemērotas koksnes (sortimentu vai veselu stumbru veidā) atstāšana cirmsmās. ĢRSV egle atjaunojama un audzējama visos tās augšanai piemērotajos meža tipos. Nogabali (vai nogabala daļas), kuros augšanas apstākļi nav piemēroti egles augšanai, (atbilst, piemēram, dumbrajam, slapjajam vērim) saglabājami ekoloģisko koku funkciju nodrošināšanai, vai, pēc atjaunošanas cirtes veikšanas atjaunojami (dabiski vai stādot) ar piemērotu sugu (piemēram, melnalksnis, bērzs). Ja nepieciešams, lai veicinātu dabisko atjaunošanos, veic augsnes sagatavošanu un/vai nezāļu ķīmisku apkarošanu;

- gadījumos, kad nepieciešama stādīšana, sēklas atjaunošanai jāievāc labā ražas gadā no 100 un vairāk mežaudzes (ĢRSV) centrālajā daļā vienmērīgi izvietotiem kokiem. Ir nepieciešama vairāku sēklu ražu apvienošana, nav pieļaujama sēklu šķirošana vai kalibrēšana. Ja iespējams, jāizvēlas sēšana izcirtumā, nevis stādīšana. Stādot jāveido lielāka sākotnējā biežība, nodrošinot lielāku dabiskās izlases iespēju;
- retināšanu (kopšanas cirtes) veic savlaicīgi ar mērķi nodrošināt audzes stabilitāti un atjaunošanos, lai izvairītos no sekām, kādas rodas pārbiezinātās egļu audzēs. Nogabalos ar vienādvecuma kokiem briestaudzes vecumā kopšanas cirti veic pēc principa „no apakšas”, t.i., izzāģējot nomāktos, ievainotos un/vai bojātos kokus, tādejādi it kā simulējot dabiskās izlases procesu. Pārāk intensīva kopšanas cirte, veidojot lielus atklātus laukumus starp kokiem, var izraisīt saules apdegumus un vējgāzes. Nelieli šauri joslu vai laukumu atvērumi nodrošinās pakāpenisku audzes atjaunošanos;

Šobrīd Latvijā parastās egles populācijas kopumā nevar uzskatīt par apdraudētām tādā pakāpē, lai būtu nepieciešama dinamiska *ex situ* saglabāšana, t.i., jaunas populācijas izveidošana citā vietā, kas pēc iespējas uzturētu saglabājamās populācijas ģenētisko daudzveidību un spētu pielāgoties (adaptēties) jauniem augšanas apstākļiem. Ja tāda nepieciešamība rastos, tad *ex situ* populāciju rekomendē ierīkot stādot stādus (ģeneratīvos vai veģetatīvos), vai sējot sēklas, ievērojot atbilstošu MRM ievākšanas metodiku. Stādījumu lielumus ieteicams 2-5 ha.

Klonu arhīvos tiek uzturēti selekcijas populācijas kloni, iegūti klonu potzari, veikta kontrolētā krustošana. Klonu arhīvi ir statistiskas ĢRSV, jo tajās nenotiek pašatjaunošanās. Visas populācijas, kas ietilpst selekcijas programmā, piemēram, sēklu plantācijas un pēcnācēju pārbaudes, ir svarīgas gēnu saglabāšanas vienības, jo tās satur materiālus ar zināmām ģenētiskām īpašībām, kuras var izmantot, lai radītu jaunas populācijas ar zināmām adaptīvām un koksnes ražošanas īpašībām (Skrøppa, 2003).

Specifiskus genotipus vairākos atkārtojumos, lai nodrošinātos pret to zaudēšanu, uzglabā statistiski *ex situ* - sēklu bankās/kriosaglabāšanā.

Parastā priede *Pinus sylvestris* L

Parastā priede ir plaši izplatīta koku suga visā Eirāzijas kontinentā no 37° – 70°20' Z platumā (3.2. attēls). Dienvidēiropā un Mazāzijā izolētas populācijas sastopamas kalnu zonā līdz 2200 m augstumam Balkānos un Spānijā un 2700 m augstumā v.j.l. Kaukāzā.



3.2. attēls. Parastās priedes izplatības areāls (karte no EUFORGEN)
 (<http://www.euforgen.org/species/pinus-sylvestris/>)

■ ✕ dabiskais areāls un izolētās populācijas
 ■ ✕ introducētās un naturalizējušās, un izolētās populācijas

Parastā priede ir pioniersuga, kas viegli atjaunojas pēc lieliem dabiskiem vai cilvēka izraisītiem traucējumiem, ja vien nav liela nezāļu un pārnadžu konkurence. Dabiskās mežaudzes nabadzīgākos augšanas apstākļos (smilšainās augsnēs, kūdras purvos) bieži vien ir vienvecuma tīraudzes. Auglīgākos apstākļos aug kopā ar egli un lapu kokiem. Parastā priede ir vienmāju koks, apputeksnējas ar vēju. Zied bieži, uz atsevišķi augošiem kokiem sievišķie ziedi veidojas jau 15 gadu vecumā, mežaudzēs – 25-30 gadu vecumā. Vīrišķā ziedēšana sākas dažus gadus vēlāk. Ražas gadi ir bieži. Priedes ziedputekšņiem un arī sēklām ir liels migrācijas potenciāls, kas nodrošina efektīvu gēnu plūsmu, izraisot atšķirīgu adaptīvo pazīmju variāciju modeļus. Tipiski tas ir augšanas un fenoloģijas rādītājiem, kuri ir atkarīgi no temperatūras apstākļiem veģetācijas periodā. Intensīvā gēnu plūsma uztur augstu adaptīvo un neitrālo pazīmju dažādību populācijā. Stumbra formai, vainaga formai un zarainībai ir liela daudzveidība sugas izplatības teritorijā (piemēram, Baltijas priedes salīdzinājumā ar Vācijas vai Karpatu).

Tā kā priede ir pioniersuga, tad bieži vien bez cilvēka palīdzības nav iespējams novērst ekoloģiskās sukcesijas ietekmi. Cik iespējams, ir jāuztur un jāveicina pašatjaunošanās. Priedes gaismas prasīgums neļauj attīstīt sarežģītu audzes struktūru (uzbūvi), bet parastai priedei arī vienvecuma mežaudzē var būt tāda pat ģenētiskā daudzveidība (Mátyás et al., 2004).

Parastās priedes ģenētisko resursu saglabāšanai tradicionāli pielieto *in situ* paņēmieni - saglabājot mežaudzi tās augšanas vietā. Ar *ex situ* aktivitātēm saglabāšanu papildina nepieciešamības gadījumā, līdzsvarojot abas šīs saglabāšanas pieejas un sasaistot ar pašreizējā mežsaimniecībā, dabas aizsardzībā un meža koku selekcijā valdošajām nostādnēm. ĢRM (visu tajā ietilpstošo dažāda vecuma un struktūras meža nogabalu kopums) ir *in situ* saglabāšanas vienība (ĢRSV).

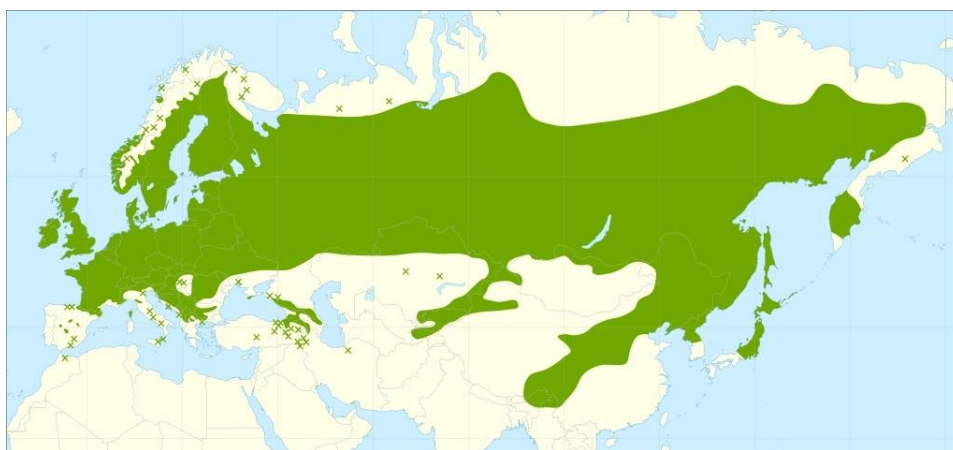
Ieteikumi parastās priedes ĢRSV apsaimniekošanas organizēšanā:

- ✓ atjaunošanās apstākļiem ĢRM jānodrošina ģenētiskās daudzveidības saglabāšanās. Atjaunošanas cirtes jāveic pakāpeniski, jaunās mežaudzes veidojot no vairākos ražas gados ievāktām sēklām. Pāraugušu audžu atjaunošana nav veicama vienā paņēmienā, jo lielu atvērumu veidošana veicina vējgāžu bojājumus un strauju platības aizzelšanu. Tāpēc atvērumus dabiskās atjaunošanās veicināšanai ieteicams veidot uzmanīgi un pakāpeniski, joslu (vēlams ne taisnu) vai laukumu veidā. Ja nepieciešams, lai veicinātu dabisko atjaunošanos, veic augsnes sagatavošanu un/vai nezāļu ķīmisku apkarošanu;

- ✓ gadījumos, kad nepieciešama stādīšana, sēklas atjaunošanai jāievāc labā ražas gadā no 50 un vairāk mežaudzes centrālajā daļā vienmērīgi izvietotiem kokiem. No katra koka ievāc līdzīgu sēklu daudzumu, lai līdzsvarotu to pārstāvēniecību. Ir lietderīga dažādu sēklu ražu apvienošana, nav pieļaujama sēklu šķirošana vai kalibrēšana. Ja iespējams, jāizvēlas sēšana izcirtumā, nevis stādīšana. Stādot jāveido lielāka sākotnējā biežība, nodrošinot lielāku dabiskās izlases iespēju;
- ✓ retināšanu (kopšanas cirtes) veic savlaicīgi ar mērķi nodrošināt audzes stabilitāti un atjaunošanos, lai izvairītos no sekām, kādas rodas pārbiezinātās audzēs. Nogabalos ar vienādvecuma kokiem briestaudzes vecumā kopšanas cirti veic pēc principa „no apakšas”, t.i., izzāģējot nomāktos, ievainotos un/vai bojātos kokus, tādejādi it kā simulējot dabiskās izlases procesu. Pārāk intensīva kopšanas cirte, veidojot lielus atklātus laukumus starp kokiem, var izraisīt saules apdegumus un vējgāzes.

Kārpainais bērzs *Betula pendula* Roth

Kārpainais (āra) bērzs ir liels (garums 15-35 m) bērzu dzimtas koks. Miza balti pelēka, veido tipisku, noplēšamu tāsi. Miza plaisājoša, vietām melni krevaina. Vainags plašs, zari nokareni. Jaunie zari kaili, bagātīgi klāti ar kārpveidīgiem dziedzeriem. Zied maijā lapām plaukstot, ziedi spurdzēs. Vīrišķo ziedu spurdzes puškos pa 2-4, nokarenas, sievišķās spurdzes pa vienai, arī nokarenas. Lapas rombiskas, mala zobaina, gals smails, pamats ķīļveidīgs, vai sekli sirdsveidīgs. Auglis - spārnains riekstiņš, kam augļa spārni 2-3 reizes pārsniedz riekstiņa platumu (<https://www.latvijasdaba.lv/augi/betula-pendula-roth/>).



3.3. attēls. Kārpainā bērza izplatības areāls. Karte no EUFORGEN (<http://www.euforgen.org/species/betula-pendula/>)

dabiskais areāls x izolētās populācijas

Kārpainā bērza ģenētisko struktūru nosaka sugas plašā izplatība (3.3. att.) un efektīvā putekšņu un sēklu izkliede. Putekšņi var pārvietoties vairākus simtus kilometru, arī sēklas, to niecīgā svara dēļ, viegli izplatās. Tomēr lielākā daļa sēklu nokrīt netālu no māteskoka un tikai sīko sēklu frakcija pārvietojas ievērojami lielākos attālumos. Kārpainā bērza ģenētiskais modelis ir līdzīgs skuju kokiem (parastai priedei un parastai eglei) un parastajam ozolam. Neitrālā adaptīvā ģenētiskā mainīguma pakāpe populācijas ietvaros ir augsta un Ziemeļeiropas vietējās populācijas ir savstarpēji ļoti līdzīgas un populāciju diferenciācija ir ļoti zema, tomēr atšķirības novēro adaptīvajām pazīmēm. Spēcīgu ģenētisko diferenciāciju novēro Skandināvijā starp vietējo dienvidu un ziemeļu populāciju fenoloģiskajām pazīmēm, kas izveidojušās adaptējoties vietējiem klimata apstākļiem un augšanas sezonas garumam. Augstuma pieauguma izbeigšanos vasaras beigās, kas ir sākums nobriešanai, kontrolē fotoperiods, modificē temperatūra u.c. faktori. Atšķirīgos augstumos virs jūras līmeņa augošām populācijām atšķiras kritiskais nakts garums, kāds nosaka augšanas izbeigšanos. Pumpuru

plaukšanu pavasarī un augšanas sezonas sākumu kontrolē temperatūra. Ievērojama ģenētiskā mainība populācijās (bet ne starp populācijām) ir konstatētas ekonomiski svarīgām – augšanas un kvalitātes pazīmēm, kā arī rezistencei pret kaitēļiem (zālēdājiem dzīvniekiem, kukaiņiem). Draudi kārpainā bērza ģenētiskajai daudzveidībai varētu būt marginālās, defragmentētās un izolētās populācijās, bet galvenajā izplatības areāla daļā, kurā atrodas arī Latvija, šobrīd tādu nav. Problēmas varētu rasties nesabalansēta MRM lietošanas gadījumā, jo vienas ražojošas sēkļu plantācijas kapacitāte spēj ar sēklām nodrošināt milzīgas teritorijas.

Kārpainā bērza saglabāšanai *in situ* ĢRM atjaunošanai atbalsta un veicina pašatjaunošanos.

ĢRSV apsaimniekošanā ievēro saglabāšanas mērķa grupai - plaši sastopamo un audzes veidojošo skujkoku vai lapkoku sugu ģenētiskās daudzveidības saglabāšana - noteiktās vispārējās pamatprasības un kritērijus.

Parastā apse *Populus tremula* L.

Parastās apses izplatības areāls ir ļoti plašs (3.4. attēls), tā ir koku pioniersuga, ko apputeksnē vējš. Zied agri pavasarī pirms lapu plaukšanas. Ir divmāju koks – vīrišķie un sievišķie ziedi veidojas uz atsevišķiem kokiem. Suga piemērojusies dažādiem traucējumiem un viegli kolonizē platības pēc kailcirtēm vai ugunsgrēkiem ar sakņu atvasēm vai sējeņiem. Gaismas un mitrumprasīga suga, kas strauji aug līdz 20 gadu vecumam, līdz beidzas vainaga veidošanās. Augšana kulminē 30 gadu vecumā, var sasniegt 200 gadu vecumu. Bagātīgi veido sakņu atvases uz seklām sānsaknēm, ja pats koks tiek nocirsts, vai iet bojā slimību dēļ, un ja ir pietiekoši daudz gaismas (von Wühlisch, 2009). Ģenētiskā daudzveidība parastai apse ir augsta. Liela tā konstatēta audzes ietvaros, bet maza starp tām. Tomēr, salīdzinot populācijas no dažādiem ģeogrāfiskiem reģioniem ar dažādu izcelsmi (refugia), atšķirības var būt ļoti lielas. Adaptīvo pazīmju atšķirības starp dažādos platuma grādos, dažādos augstumos virs jūras līmeņa, dažādos piejūras vai kontinentalitātes apstākļos augošām var sagaidīt visā plašajā izplatības teritorijā. Atjaunošanās ar sakņu atvasēm veido klonus, no kuriem daži var būt ļoti veci.



3.4. attēls. Parastās apses izplatības areāls (karte no EUFORGEN <http://www.euforgen.org/species/populus-tremula/>)

■ dabiskais areāls ✕ izolētās populācijas

Parastās apses audzes Latvijā bieži atjaunojas dabiskās atjaunošanas ceļā – ar sakņu atvasēm. Audzes, kas veidojušās pēc apšu audžu nociršanas, ja tās nav atjaunojušās ģeneratīvi, var uzskatīt par dabiskām klonu audzēm (Zeps, 2017). Apses kloni ļoti atšķiras pēc daudzām īpašībām.. Tipiski, ka vienam klonam ir daudz rametu gan nelielā – dažu ha, gan dažu desmitu ha teritorijā. Veicot analīzes ar mikrosatelītu marķieriem, konstatēts, ka audzēs vidēji ir 9,4 kloni uz 1 ha. Latvijā starp 18 parastās

apses audzēm (6 proveniencēm) konstatētas nozīmīgas atšķirības gan klonu skaitā uz 1 ha (tas ir robežās no 5,3 ha⁻¹ līdz 22 ha⁻¹), gan klonu, kas pārstāvēti tikai ar vienu rametu, īpatsvarā (vidēji 79%, bet atsevišķās audzēs no 54% līdz 96%) (Zeps, 2009). Iegūtie rezultāti liecina, ka analizētajās audzēs vidēji konstatējama samērā liela klonu daudzveidība, katra klona aizņemtā platība ir neliela. Tomēr atsevišķās audzēs konstatēta dažu klonu dominance, tiem aizņemot lielu platību (maksimālais konstatētais attālums starp viena klona rametiem 169,4 m) (Zeps, 2017).

Vidējais attālums starp viena genotipa rametiem (48 ± 9.54 m) ir nedaudz lielāks nekā platība ap celmu, kurā visvairāk veidojas šī celma atvases (Suvanto, Latva-Karjanmaa, 2005), tātad spēcīgs genotips potenciāli var aizņemt lielāku teritoriju (ja $d = 48$ m, tad 0.2 ha); maksimālās konstatētās distances gadījumā genotipa aizņemtā platība būtu 2.3 ha. Līdz ar to var secināt, ka parastā apse veido dabiskas viena genotipa klonu grupas.

Veiksmīgai parastās apses *in situ* saglabāšanai svarīga ir aktīva ĢRSV apsaimniekošana. Vēlīnās sukcesijas koku sugu izciršana nelielās kailcirtēs ar apmēram 20-30 gadu intervāliem nodrošinātu pašsējai no blakus esošām populācijas daļām piemērotus apstākļus (von Wühlisch, 2009).

Rekomendācijas parastās apses ģenētisko resursu audžu apsaimniekošanai (Zeps, 2017):

- ✓ vecumklaşu struktūras izlīdzināšana, apsaimniekojot ĢRM tā, lai būtu pārstāvētas visas pirmo 5 vecumklaşu audzes. Esošās situācijas analīze, īpaši Žīguru ĢRM, liecina par nepieciešamību steidzami veikt veco audžu nociršanu, novēršot pakāpenisku valdošās koku sugas nomaiņu dabiskās sukcesijas rezultātā. Vecumklaşu sadalījuma izlīdzināšanu platībās ar ļoti lielu veco audžu īpatsvaru lietderīgi veikt nākamajā rotācijas periodā. Cirtes rekomendējams veikt pavasarī, kad apšu ciršanas atlieku pieejamība neveicinās dzīvnieku koncentrēšanos platībā un papildu bojājumus jau esošajām apšu jaunaudzēm. Vienlaikus saknēs saglabājušies barības vielu uzkrājumi nodrošinās maksimālo atvašu skaitu un to augšanas ātrumu;
- ✓ pašsējas un stādīšanas nosacījumi jāuzlabo, pilnībā atklājot (sagatavojot) minerālaugšni apšu audzēs vai to tuvumā.
- ✓ citu sugu konkurences samazināšana, īpaši jaunaudzes vecumā;
- ✓ aizsardzība pret dzīvnieku bojājumiem, īpaši jaunaudzēs;
- ✓ meliorācijas sistēmu uzturēšana;
- ✓ ņemot vērā *Populus* ģints sugu izteikto savstarpējo hibridizāciju, lai iespējami saglabātu ĢRSV autohtonas populācijas, nepieciešams iespējami ierobežot apšu hibrīdu vai papeļu hibrīdu plantāciju ierīkošanu šo audžu tiešā tuvumā. Atjaunotās populācijas ierobežo ar buferzonu, ievērojot vairāku simtu metru distanci no apšu vai papeļu hibrīdu stādījumiem;
- ✓ atjaunošanās ar sakņu atvasēm būtu jāminimizē, lai atkārtota veģetatīvā atjaunošanās nesamazinātu ģenētisko daudzveidību.
- ✓ periodiska ģenētiskās daudzveidības - audžu klonu sastāva novērtēšana. Analīzi lietderīgi iekļaut ĢRSV apsaimniekošanas plānos un, atkarībā no tās rezultātiem, lai novērstu dažu klonu dominēšanu, pieņemt lēmumu par turpmāko ĢRSV apsaimniekošanu - veicināt pašatjaunošanos ar sēklām vai veikt stādīšanu, izmantojot no ĢRM ievāktām sēklām izaudzētus stādus.

LVMI Silava veiktā pētījuma rezultāti par ģenētiskās daudzveidības sadalījumu liecina, ka parastajai apsei nepieciešamas izveidot vismaz vēl vienu ĢRSV Kurzemē. Vēsturiski tas nav darīts, ņemot vērā, ka teritorijā nav identificēts piemērots meža masīvs, kurā būtu koncentrētas apšu audzes. Šajā gadījumā būtu iespējams ĢRM iekļaut arī mistraudzes un, veicot platības mērķtiecīgu apsaimniekošanu, pakāpeniski palielināt apšu īpatsvaru.

Parastās apses ĢRSV apsaimniekošanā ievēro saglabāšanas mērķa grupai - plaši sastopamo un audzes veidojošo skujkoku vai lapkoku sugu ģenētiskās daudzveidības saglabāšana - noteiktās vispārējās pamatprasības un kritērijus.

Parastais melnalksnis *Alnus glutinosa* (L.)

Praktiski visā Eiropā sastopama koku suga (3.5. attēls)



3.5. attēls. Parastā melnalkšņa izplatības areāls (karte no EUFORGEN)
(<http://www.euforgen.org/species/alnus-glutinosa/>)

- dabiskais areāls
- ✕ izolētās populācijas
- ▲ introducētās un naturalizējušās populācijas

Parastais melnalksnis ir vienmāju koks ar viendzimuma ziediem. Ziedēšana sākas pirms lapu plaukšanas martā – aprīlī. Melnalkšņa vīrišķo ziedu spurdzes cilindriskas, sievišķo ziedu vārpas olveidīgas, rudenī pārkoksnējas un ir līdzīgas maziem čiekuriņiem. Augļi - brūni, neizteikti piecstūrains, saplacināti riekstiņi ar diviem rudimentāriem spārniņiem, nogatavojas septembrī oktobrī, sāk izbirt oktobrī. Kad strobili maina krāsu no zaļas uz brūnu, tos sāk novākt. Sēklas izplata sniega ūdeņi. Sēklu dīdžība ir 40-80 %. Līdz 60 gadu vecumam melnalksnis dod celma atvases.

Melnalksnis strauji aug garumā 5 līdz 10 gadu vecumā, bet caurmērā - starp 15 līdz 20 gadu vecumu. Mežaudzēs augšanas gaita ievērojami palēninās pēc vainagu saslēgšanās, tad arī atmirst noēnotie zari stumbra lejasdaļā – notiek dabiska atzarošanās un vainaga apjoma samazināšanās (Houston et al., 2016). Dod priekšroku mērenam vai aukstam klimatam un vislabāk augsnēs ar tekošu gruntsūdeni, necieš stāvošu ūdeni un skābas augsnes. Tas spēj fiksēt slāpekli simbiotiskos sakņu mezgliņos, padarot to noderīgu augsnes stāvokļa uzlabošanai. Melnalkšņa augšanai optimālais nokrišņu daudzums gadā ir 800-600 mm. Melnalksnis tīraudzēs aug vietās, kur citas koku sugas pārmērīga mitrums dēļ nespēj augt. Nosusinātajos dumbrājos, kur augsne nosēžas, celmi paceļas augstu virs zemes. Saulmīļu suga, slikti panes apēnojumu. Bargās ziemās var apsalt. Salīdzinoši nelielu izolētu populāciju plašais izplatības diapazons melnalksnim ir nodrošinājis plašu ģenētisko daudzveidību. Ģenētiskās atšķirības starp proveniencēm vērojamas visā sugas izplatības teritorijā. Populāciju ģenētiskā diferenciacija notikusi klimatisko, edafisko, a.v.j.l., kā arī inbrīdinga, kas raksturīgs mazām populācijām, rezultātā. Galvenais melnalkšņa ģenētiskās daudzveidības apdraudējuma risks ir piemērotu augšanas apstākļu trūkums (zaudēšana). Zaudējot šos specifiskos augšanas apstākļus, kādi ir nepieciešami melnalkšņa izdzīvošanai, tiek zaudēta arī melnalkšņa ģenētiskā daudzveidība (Kajba D. and J. Gračan, 2003).

Pēc apaugļošanas 30 dienās izveidojas sēkla, bet vajadzīgas vēl 30 dienas, lai izveidotos dīgļlapas. Sēklas dīgļspējas periodā nodrošinājums ar barības vielām, pietiekams mitrums un gaisma ir izšķiroši lapu un stumbrīņa attīstībai. Šādi apstākļi dabiskās melnalkšņa audzēs zem veco koku vainagiem un blīvā zālaugu seguma ir praktiski neiespējami. Melnalkšņa pašatjaunošanos veicina humusa slāņa noņemšana dīgļspējas veicināšanai. Ja pašatjaunošanās nenotiek pietiekošā apjomā, to var papildināt ar stādīšanu. Lai atjaunojot ar stādiem dabiskās populācijas pēcnācēji būtu ģenētiski ekvivalenti tiem, kas rodas pašatjaunošanās ceļā, jāievēro vairāki nosacījumi:

- 1) sēklu kokus atjaunošanas cirtē cirt tad, kad sasniegta sēklu gatavība;

- 2) sēklas ievāc no 10-50 māteskokiem no katriem 30-40 ha ĢRSV platības;
- 3) labas kvalitātes stādus stāda sagatavotā augsnē, ar biežību 3500-4500 gab/ha

Parastā melnalkšņa ĢRSV apsaimniekošanā ievēro saglabāšanas mērķa grupai - plaši sastopamo un audzes veidojošo skujkoku vai lapkoku sugu ģenētiskās daudzveidības saglabāšana - noteiktās vispārējās pamatprasības un kritērijus.

Parastais osis *Fraxinus excelsior* L.

Parastais osis ir liels, ātri augošs pirmā lieluma koks, Latvijā sasniedz līdz 40 m augstumu un 5 m stumbra apkārtmēru (Mauriņš, Zvirgzds, 2006). Savvaļā aug no Dienvidsomijas, Karēlijas līdz Volgai, Kaukāzam un Mazāzijai, uz D līdz Dienvideiropas kalnu rajonu platlapju mežiem. Izplatības areāla ziemeļu robeža ir 64° Z platuma Norvēģijā, bet dienvidu robeža ir 37° Z platuma Irānā (3.6. attēls.) (Pliūra, Heuertz, 2003).



3.6. attēls. Parastā oša izplatības areāls (karte no EUFORGEN)
(<http://www.euforgen.org/species/fraxinus-excelsior/>)

- dabiskais areāls.
- × izolētās populācijas
- ▲ introducētās un naturalizējušās populācijas

Vislielākie stumbra augstuma pieaugumi ir 30-50 gadu vecumā, bet ap 100 gadu vecumu pieaugšana augstumā beidzas, caurmēra pieaugums vēl ilgstoši turpinās. Mūža ilgums Latvijā var sasniegt 250-300 gadus (Mauriņš, Zvirgzds, 2006). Stumbrs ir taisns un slaidis, augšgalā dakšveidā zarojas, vainags neregulārs, mežaudzēs izstiepts, ar masīviem zariem bez izteiktas galotnes. Apputeksnē vējš. Mežaudzēs sāk ziedēt 30-40 gadu vecumā, savrup augoši – 25-30 gadu vecumā. Audzēs sēklas ražo gandrīz katru gadu, bet atsevišķi augošiem kokiem laba raža ir ik pa 2-4 gadiem. Vairošanās sistēma ir poligāma, uz viena koka var būt gan sievišķie, gan vīrišķie ziedi, kā arī to starpforma (hermafrodīti), bet biežāk sastopami vai nu izteikti sievišķie vai vīrišķie koki. Dzimums var mainīties pa gadiem – koks ar sievišķajiem ziediem nākamajā gadā var būt izteikti vīrišķais koks. Pilnībā attīstījušās sēklas rudenī izplata vējš. Sēklu miera periods visbiežāk ilgst divas ziemas, bet var turpināties līdz pat sešām (Pliūra, Heuertz, 2003). Veģetatīvi atjaunojas ar celma atvasēm, bet šo spēju saglabā līdz 70-75 gadu vecumam (Mauriņš, Zvirgzds, 2006). Cieš no vēlajām pavasara salnām. Augsnes ziņā prasīga suga – labi aug auglīgās un trūdvielām bagātās, valgās, neitrālās augsnēs (pH 5,5). Var augt arī mitrākās vietās, ja gruntsūdeņi ir tekoši un augsne drenēta. Auglīgās augsnēs pacieš arī augsnes sausumu. Sugai nav piemērotas barības vielām nabadzīgas augsnes un augsnes ar skābu augsnes reakciju pH < 4,2 (Pautsso et al., 2013). Parastais osis ir gaismas prasīga koku suga, noēnojumu pacieš tikai augšanas sākumā līdz aptuveni 20 gadu vecumam (Mangalis, Mauriņš, 2005). Projekta Fraxigen (2005) publicētajā materiālā minēts, ka parastais osis ir ēncietīgs pirmos septiņus gadus, kamēr tas sasniedz apmēram četrus metrus augstumu, pēc tam tas kļūst ļoti gaismas prasīgs un nepieciešama regulāra kopšana līdz brīdim, kamēr tas sasniedz 6 - 7 m augstumu (Fraxigen, 2005).

Ja augšanas sākumposmā vieta ir ļoti noēnota, vērojama ošu atmiršana un jaunie koki ir izstīdzējuši (Rust, Savill, 2000).

Parastais osis veido gan tīraudzes, gan mistraudzes kopā ar dažādām lapu koku sugām. Jauni koki un atvasāji ļoti cieš no aļņu, kas noplēš mizu, un stirnu, kas nokož galotni, bojājumiem. Visvairāk sastopams, kā piemistrojuma suga ar ozolu sausos mežos, mitrākās vietās kopā ar melnalksni un eglī. Tīraudzes veido reti (Mauriņš, Zvirgzds, 2006).

Eiropā plaši vērojama parastā oša bojāeja, kuru ierosina sēne *Hymenoscyphus fraxineus* (sākotnēji - *Chalara fraxinea* un *Hymenoscyphus pseudoalbidus* šobrīd tiek lietoti kā sinonīmi). Parasto osi *Fraxinus excelsior* L. līdz šim neierindoja Eiropas apdraudēto koku sugu sarakstā, arī Latvijā nē, taču pēdējās desmitgadēs situācija ir krasi mainījusies. Šobrīd masveida parastā oša audžu sabrukšana ir aptvērusi praktiski visu sugas izplatības areālu Eiropā. Tās cēlonis galvenokārt ir patogēnās sēnes *Hymenoscyphus pseudoalbidus* bojājumi, kas sākotnēji tika novēroti pirms 25 gadiem Centrāleiropā (Polijā). Sēne bojā visu vecumu ošus – pieaugušus kokus, stādus un arī sējeņus gan mežos, gan urbānās teritorijās – parkos, dārzos, alejās. Ošu inficēšanās ar *Hymenoscyphus pseudoalbidus* notiek caur lapām ar asku sporām (attīstās uz zemē gulošajām iepriekšējā gada lapu paliekām), ko izplata vējš. Slimības sākuma simptomi ir stipra defoliācija, seko nekrotiski dzinumu, tad stumbra bojājumi, lapu vīšana, mizas vēzis, koksnes iekrāsošanās un beidzās ar koka nokalšanu pilnībā. Dzinumu un stumbra infekcijas stadijā patogēnā sēne vairs nav infekcioza, jo parasti apotēciji (asku stadija) uz šiem substrātiem neveidojas. Anamorfā stāvokļa (sēņu dzīves cikla stadija, kurā tām veidojas konīdijas ar konīdijsporām) sporas darbojas tikai kā spermāti, un nav iesaistīti inficēšanas procesā (Pautasso, 2013). Tāpēc nokaltušie koki infekciju tālāk nenes. Novērotais slimības izplatības ātrums ir 20-30 km gada laikā. Paralēli izplatībai ar sēnes sporām, to pārnes ar stādmateriālu. Vairāki līdz šim veikti pētījumi liecina, ka 1-5% no parastā oša genotipiem ir pilnīgi vai daļēji rezistenti pret *H. fraxineus*. Viens no galvenajiem ieteikumiem visās valstīs, kur izplatījusies ošu kalšanas slimība, ir saglabāt dažāda vecuma kokus ar zemiem bojājumiem, lai nodrošinātu ošu pielāgošanos. Visu ošu nociršana audzē rada risku, ka tiek iznīcināti arī pret slimību izturīgie genotipi. Iespējams, nākotnē tiks atlasīti pret slimību noturīgi genotipi, un tie tiks izmantoti audžu atjaunošanai (Skovgaard et al., 2017). Jaunaudžu kopšanu ieteicams veikt četras reizes, lai veicinātu veselīgo koku atlasīšanu un saglabāšanu (Laiviņš, 2016).

Apkopojot līdzšinējo pieredzi un pētījumus par *Hymenoscyphus pseudoalbidus* invāziju Pautasso et al., (2012) iezīmējuši virzienus tālākai pētniecībai un rekomendācijas oša audžu apsaimniekošanai:

1) rekonstruēt *H. pseudoalbidus* invāzijas ceļus, lai noskaidrotu atšķirības bojājumu intensitātē starp reģioniem. Telpiskā analīze jāizmanto pieejamo ģenētisko rīku pielietošanai patogēna apkarošanā;

2) palēnināt patogēna tālāku izplatīšanos ir grūti, ņemot vērā sēnes sporu dabisko spēju pārvarēt lielus attālumus un teritorijas bez saimniekauga klātbūtnes. Taču ir iespējas ierobežot mākslīgu sēnes izplatīšanos, izvairoties stādīt mežaudzēs inficētus stādus, tāpēc neiesaka veikt nocirsto mežaudžu atjaunošanu osi stādot, ja infekcija ir izplatījusies arī stādaudzētavās;

3) ņemot vērā individuālu koku samazināto jutību (uzņēmību) pret *H. pseudoalbidus*, veikt ģenētiskās tolerances apsekojumus, izmantot pieejamos ģenētiskās daudzveidības pētījumus;

4) saglabāt tos ošus, kuru bojājumu pakāpe ir viegla vai vidēja, jo sagaidāmā ošu izdzīvošana ir ļoti zema (~1%; Kjær et al., 2012). Oša putekšņi un sēklas fragmentētās ainavās izplatās apmēram 3 km robežās, tas akcentē nepieciešamību potenciāli pret patogēnu tolerantu koku saglabāšanai, lai dotu iespēju sugai atjaunoties. Savukārt mirstošos un jau nokaltušos kokus iesaka atstāt mežaudzē, lai nesamazinātu citu bioloģisko daudzveidību, ja vien tie neapdraud cilvēku drošību, jo tie vairs nav infekcijas avots;

5) iespējami ierobežot zālēdāju pārnadžu bojājumus sējeņiem (pašsējas ošiem);

6) uz citu koku sugu selekcijas programmu piemēra, attīstīt ošu toleranci pret *H. pseudoalbidus*;

7) izmantojot reto augu reintrodukcijas programmu piemēru, atbalstīt debates par atbalstīto migrāciju.

Latvijā pirmos oša audžu bojājumus konstatēja ap 2000. gadu. Kopš sēnes *H. pseudoalbidus* konstatēšanas, oša audžu platības laikā no 2000.-2013. gadam Latvijā ir sarukušas par 33,4%, visvairāk jaunaudzes un vidēja vecuma audzes, attiecīgi 69,1% un 58,4% platību (VMD dati; Laiviņš, 2016).

Prognozes liecina, ka nākotnē lielākās ošu platības un vitalāks audzes būs Latvijas centrālajā daļā, konkrētāk Zemgalē, kur pētījumu rezultātā novērota zemāka saslimstība un sekmīgāka atjaunošanās. Pētījumi liecina, ka augstāka ošu audžu vitalitāte ir nosusinātajos meža tipos, tādēļ turpmāk ieteicams ošu atjaunošanu plānot tieši šajos tipos. Mitros augšanas apstākļos oši bija uzņēmīgāki un vitalitāte zemāka. Viszemākā vitalitāte novērota slapjās gāršas meža tipā (Laiviņš, 2016).

ĢRM izdalīšana ir veikta pēc fenotipiskajām (sugas morfoloģiskās un fizioloģiskās izpausmes konkrētos ārējās vides apstākļos) pazīmēm. Latvijas oša populāciju ģenētiskās daudzveidības vērtēšana iekļauta LVM pasūtītā pētījumā "Ošu mežu destrukcija un atjaunošanās Latvijā", ko LVMI Silava veica no 2014.-2016. gadam. Parastā oša ģenētiskā daudzveidība un populāciju struktūra pētīta, izmantojot hloroplastu un kodolu DNA marķierus. Analizējot lapu paraugu DNS no 16 dažādām oša mežaudzēm Latvijā, izmantojot 6 mikrosatelītu marķierus, konstatēts, ka visās audzēs, izņemot Ķemeru NP audzi, atrasts haplotips H01, kas ir izplatīts Austrumeiropā un Skandināvijā. Ķemeru audzē atrastais H02 haplotips ir izplatīts Viduseiropā un tas, iespējams, veidojot Ķemeru parku, 19.gs. ievests no citiem Eiropas reģioniem (M. Laiviņš, 2016). Novērotā heterozigotāte (vidējā) bija zemāka nekā sagaidīts (vidējās vērtības attiecīgi 0.64 vs. 0.82), kas liecina par samazinātu populācijas pielāgošanās spēju ekstremāliem apstākļiem, tai skaitā patogēnu invāzijām. Kodolu SSR marķieru analīze AMOVA parādīja zemu, bet nozīmīgu ($F_{st} = 0.045$, $p < 0.001$) populāciju diferenciacijas līmeni, kas norāda uz vietējo specializāciju. Oša ģenētiskā daudzveidība Latvijā ir zemāka nekā lielākajā daļā dienvidu populāciju, jo populācijām, kas atrodas tuvu sugas izplatības areāla ziemeļu malai, ir zemāka ģenētiskā daudzveidība, ko var skaidrot ar lokālo specializāciju pret skarbākiem apstākļiem pēcleduslaikmeta rekolonizācijas gaitā (I. Pušpure, 2015.; I. Matisone, 2020).

LVMI Silava iepriekš veikto pētījumu un parastā oša ĢRM apsekošanas rezultātā radušies secinājumi:

1. Latvijas teritorijā parastais osis *Fraxinus excelsior* L. atrodas tuvu tā izplatības areāla ziemeļu daļai, tāpēc tas ir īpaši jutīgs pret dažādiem vides faktoriem.
2. Parastais osis ir pēc barības vielām prasīga koku suga, tam nepieciešamas augsnes ar augstu kalcija, magnija un fosfora saturu. Visā tā izplatības areālā vērojama sastopamības pārklāšanās ar parasto ozolu *Quercus robur* L. Tāpēc Latvijā bieži sastopamas parastā oša un parastā ozola mistraudzes. Vislielākais parastā oša audžu īpatsvars ir auglīgajos meža tipos – gāršā (41 %), vērī (29 %) un platlapju ārenī (12 %).
3. Latvijas teritorijā patogēnās sēnes *Hymenoscyphus fraxineus* ietekmē 20 gadu laikā ošu audžu platība ir samazinājusies 2 reizes. Pētījumi rāda, ka sēnes ietekmei vairāk pakļautas parastā oša tīraudzes nekā mistraudzes, tomēr netiek prognozēta sugas pilnīga iznīkšana.

Ieteikumi parastā oša ĢRM apsaimniekošanas organizēšanā:

- ✓ atjaunošanās apstākļiem ĢRM jānodrošina ģenētiskās daudzveidības saglabāšana. Atjaunošanās cirtes jāveic pakāpeniski. Lai saglabātu vienvecuma briestaudzi *in situ*, atvērumus dabiskās atjaunošanās veicināšanai ieteicams veidot šauru 15-30 m platu (vēlams līkumotu) joslu veidā. Ieteicams to veikt bagātīgam sēklu ražas gadam, kad audze ražo maksimālo sēklu daudzumu, sekojošā gadā. Lai veicinātu atjaunošanos, joslās atstāj nejauši izvēlētus bagātīgi ziedošus sēklu kokus. Ja populācija (ĢRM) sastāv no dažām dažādvecuma mežaudzēm vai koku grupām, bet audžu atjaunošanās nenotiek, tad, tiklīdz ir ražas gads ar pietiekami lielu sēklu apjomu, vecākās mežaudzes vai koku grupas izcērt, vai arī atjaunošanās notiek zem audzes klāja, vai mežaudzei pieguļošā teritorijā (blakus nogabalā). Pieaugot dažādvecuma mežaudžu vai koku grupu skaitam ĢRM, uzlabojas populācijas ģenētiskā daudzveidība, pateicoties koku skaita, kas iesaistīti atjaunošanā, pieaugumam. Ja

nepieciešams, atjaunošanās veicināšanai veic augsnes sagatavošanu un/vai nezāļu ķīmisku apkarošanu;

- ✓ ja minētie atjaunošanos stimulējošie pasākumi ir nesekmīgi, tad reproduktīvo materiālu, kura izcelsme ir no attiecīgās populācijas, ieteicams stādīt. Sēklas ievāc labā ražas gadā no ne mazāk kā 50 populācijas (GRM) centrālajā daļā vienmērīgi izvietotiem kokiem. Ir lietderīga dažādu sēkļu ražu apvienošana, lai jaunās mežaudzes veidotos no vairākos ražas gados ievāktām sēklām, nav pieļaujama sēkļu šķirošana vai kalibrēšana. Stādot jāveido lielāka sākotnējā biežība, nodrošinot lielāku dabiskās izlases iespēju.

Eiropas starpvalstu projekta FRAXIGEN (Ošu sugas Eiropā: Bioloģiskais raksturojums un praktiskās vadlīnijas ilgtspējīgai izmantošanai) ietvaros pētot dažādu ošu sugu reproduktīvo bioloģiju noteikti ģenētisko daudzveidību sēklās determinējošie faktori. Ar kontrolēto krustojumu un molekulārajiem marķieriem izpētīts, ka pašappute iespējama kokiem hermafrodītiem, bet parastajam osim *F. excelsior* dabiska ir svešappute un pašapputes gadījumi ir nenozīmīgi gan nelielas, gan bagātīgas ražas gados, jo putekšņus simtiem metru attālumā pārnēsā vējš. Tāpēc dabiskās populācijās inbrīdīngā risks ir minimāls. Ja ģenētiskā daudzveidība jā saglabā lokāli, neietekmējot nākotnes produktivitāti un pielāgošanās spējas, sēkļu vākšanai, stādīšanai un atjaunošanai, FRAXIGEN ieteikumi (Boshier et al., 2005) ir šādi:

1. *F. excelsior* sēklas var vākt gan no sievišķajiem kokiem, gan no hermafrodītiem;
 2. starp sēkļu kokiem jābūt vismaz 150 m distancei, lai nodrošinātu, ka ievāktu sēkļu veidošanā iesaistīti gan neradniecīgi sievišķie koki, gan iespējami dažādi ziedputekšņu kopumi (vīrišķie koki);
 3. labāk ir vākt sēkļu kolekciju plašākā teritorijā, ievērojot minimālo attālumu starp sēkļu kokiem (150 m), nevis ierobežot koku skaitu, vai samazināt attālumu starp kokiem.
- ✓ retināšanu (kopšanas circes) veic savlaicīgi ar mērķi nodrošināt audzes stabilitāti un atjaunošanos. Nogabalos ar vienādvecuma kokiem briestaudzes vecumā kopšanas cirti veic pēc principa „no apakšas”, t.i., izzāģējot nomāktos, ievainotos un/vai bojātos kokus, tādejādi it kā simulējot un stimulējot dabiskās izlases procesu. Nelieli šauri joslu vai laukumu atvērumi nodrošinās pakāpenisku audzes atjaunošanos;

Parastā oša GRMV apsaimniekošanā ievēro saglabāšanas mērķa grupai – saglabāt īpašas adaptīvās vai citas pazīmes marginālās, vai izklaidus augošās koku populācijās - noteiktās vispārējās pamatprasības un kritērijus.

Parastais ozols *Quercus robur* L.

Eiropā plaši izplatīta koku suga (3.7. attēls), sastopama gan līdzenumos ar dažādām augsnēm, gan līdz pat 1800 m augstumam.



3.7. attēls Parastā ozola izplatības areāls (karte no EUFORGEN)

(<http://www.euforgen.org/species/quercus-robur/>)

Parastais ozols ir liels, vasarzaļš vienmāju lapu koks, ko apputeksnē vējš. Vīrišķo ziedu spurdzes skrajās, nokarenas, 3-5 cm garas, apziednis zaļgandzeltens. Sievišķie ziedi sīki, iesārti, pa 1-3, ar vīkalu (vāciņu). Auglis – rieksts, saukts par zīli, 2,5-3 cm garš, sākumā zaļš, nogatavojies - zaļganbrūns vai brūns. Zied maijā, zīles nogatavojas septembrī (latvijasdaba.lv). Sēklas sāk ražot starp 40-100 gadu vecumu. Vislabāk aug smilšmāla vai māla augsnēs ar normālu mitruma daudzumu.

Ozoli ir viena no ģenētiski daudzveidīgākajām meža koku sugām. Parastais ozols uzrāda ārkārtīgi augstu daudzveidības līmeni gan molekulārajām, gan fenotipiskajām, gan adaptīvajām pazīmēm. Fenotipiskās pazīmes rāda nozīmīgu diferenciāciju starp populācijām. Fenoloģiskajām pazīmēm, augšanai un formai pastāv ģeogrāfiskās variāciju tendences. Mūsdienu parastā ozola izplatības areāls ir veidojies mazāk kā 7000 gadu laikā. Starpsugu hibridizācija bija galvenais migrācijas mehānisms, jo tas veicināja vēlinās sukcesijas sugas (*Q. petraea*) izkliedi pioniersugā (*Q. robur*). Pa dažādiem pēcledus migrācijas ceļiem sekojošā rekolonizācija ir atstājuši ģenētiskas pēdas, ko atklāj hloroplastu DNS. *Q. robur* (tāpat kā *Q. petraea*) vairāk, kā puse vīrišķo vecāku, kas piedalījušies apputeksnēšanā 5 ha lielā audzē, atradušies ārpus pētītās mežaudzes. Lai gan galvenokārt tuvākie kaimiņi veicināja apputeksnēšanu, ziedputekšņu izklijas liknes nepārprotami uzrādīja gan no tuvo, gan tālo putekšņu ieguldījumu, kas visticamāk saistīts ar dažādiem vēja “transporta” mehānismiem. Zīles izklijē sīkie grauzēji un Eiropas sīlis, kas uzskatāms par ļoti efektīvu sēklu izklijēšanā (Ducouso and Bordacs, 2004).

Adaptīvās daudzveidības izplatība nav saistīta (nekorelē) ar neitrālo daudzveidību. Mātes izcelsme neietekmē adaptīvo pazīmju mainību. Adaptīvo īpašību ģeogrāfiskās atšķirības visticamāk radušās lokālas dabiskās izlases spiediena un cilvēka ietekmes - populāciju pārvietošanas un mežkopības pasākumu rezultātā. Bīstami ir insekti un slimības, piemēram, ozola miltrasa (*Microsphaera alphitoides*), ko uzskata par visvairāk izplatīto patogēnu, un pēdējos gados novērotā ozolu akūtā kalšana. Destruktīvu ietekmi uz parastā ozola ģenētiskajiem resursiem var radīt eksotisku genotipu introdukcija, populāciju novecošanās to nekopšana, sugas attīrīšana (purification), novārtā atstāta mežsaimnieciskā prakse (Ducouso and Bordacs, 2004).

Galvenie EUFORGEN uzdevumi un ieteikumi parastā ozola ģenētisko resursu apsaimniekošanā ir:

- 1) ģenētiskās daudzveidības paraugu ņemšana izlases stratēģijas definējot empīriski vai saskaņā ar rezultātiem, kas iegūti ar molekulārajiem un kvantitatīviem marķieriem;
- 2) evolūcijas mehānismu saglabāšana; parastā ozola augstais ģenētiskās daudzveidības līmenis ir evolūcijas mehānisma – starpsugu hibridizācijas rezultāts;
- 3) ozolu ekosistēmu saglabāšana: cilvēki ir radījuši ekotipus, kas pielāgoti dažādiem apsaimniekošanas mērķiem (koksne, zīles...), bet pati to apsaimniekošana ir atstāta novārtā;
- 4) ozola pašatjaunošanās ĢRSV ir prioritāra;
- 5) ja nepieciešama stādīšana, izmantojams tikai vietējais MRM, tas ir ievācams ĢRSV mežaudzēs, kuras atlasītas pēc fenotipiskām pazīmēm un apsaimniekošanas vēstures.

In situ saglabāšana ir primārā izvēle parastā ozola ģenētisko resursu saglabāšanā. Ja pašatjaunošanās ir neapmierinoša, tad *ex situ* saglabāšanas pasākumi, ieskaitot kontrolēta autohtona MRM (no klonu sēklu plantācijām) izmantošana ir pielietojama parastā ozola genofonda saglabāšanai (Ducouso and Bordacs, 2004).

Parastā ozola ĢRSV apsaimniekošanā ievēro saglabāšanas mērķa grupai – saglabāt īpašas adaptīvās vai citas pazīmes marginālās, vai izklaidus augošās koku populācijās - noteiktās vispārējās pamatprasības un kritērijus.

Parastā liepa *Tilia cordata*

Sugas ekoloģiskais diapazons ir ļoti plašs (3.8. attēls). Tā sastopama dažādos augstumos virs jūras līmeņa un līdz pat 1500 m augstumam centrālajos Alpos. Austrumeiropā mēdz augt tīraudzēs, bet parasti – mistrotās audzēs kopā ar citām lapu koku sugām.



3.8. attēls Parastās liepas izplatības areāls (karte no EUFORGEN)
 (<http://www.euforgen.org/species/tilia-cordata/>)

- dabiskais areāls
- x izolētās populācijas
- ▲ introducētās un naturalizējušās populācijas

Parastā liepa ir svešapputes (apputeksnē kukaiņi) suga, zied jūnija beigās, jūlija sākumā. Mežaudzēs zied sasniedzot ~30 gadu vecumu, bet atsevišķi augoši koki sāk ziedēt ~10 gadus agrāk. Auglis - šķautņains un apmatots, ieapaļš, ap 0,7 cm garš riekstiņš. Sēklas var uzglabāt 3-5 gadus. Ziemeļeiropā atjaunošanās ar sēklām ir reta un to skaidro ar zemajām temperatūrām. Dod priekšroku smilšmāla augsnēm, bet atrodamas arī smilšainās un neauglīgās augsnēs un ir izturīga pret sausumu. Var izturēt līdz -34° C. Pat veci koki viegli atjaunojas veģetatīvi – ar spraudņiem un celmu atvasēm. Attīstīta arī somatiskā embriogēze. Klimatisko apstākļu un cilvēka ietekmes rezultātā pēdējo 2000 gadu laikā samazinājusies *Tilia* sugu izplatība Eiropā. Ziemeļeiropā daudzviet par liepas izplatības samazinājuma cēloni uzskata zemo sēklu auglību (fertility), tāpat inbrīdingu – tuvradniecīgu krustošanos, ko izraisījusi fragmentācija, biotopu destrukcija. Hibridizācija, introgresija, izplatītā svešzemju sugu un provenienču domesticēšana iespaido parastās liepas genofondu. Parastās liepas morfoloģisko atšķirību pētījumi atklāj nelielas atšķirības starp populācijām, bet ir maz ģenētisko pētījumu.

EUFORGEN mērķi ir :

- ✓ saglabāšanas audžu (GRSV) tīkla izveidošana, lai nodrošinātu dažādiem ekoloģiskajiem un vides apstākļiem ģenētiski piemērojušos liepu populāciju saglabāšanu;
- ✓ genofonda saglabāšanai nepieciešamas ģenētisko resursu saglabāšanas un selekcijas programmas parastai liepai valstīs, kur tā sastopama.
- ✓ praktiskiem nolūkiem - izcelsmes reģionu identificēšana, pamatojoties uz ekoģeogrāfiskajām atšķirībām, un varbūt to pārveidošana, ņemot vērā vai nu paredzamo gēnu plūsmu, vai vispārīgas zināšanas par sugas ģenētisko mainību.
- ✓ Piešķirot augstu prioritāti efektīvai ģenētisko resursu saglabāšanai, lieli ģenētiskie resursi ir nepieciešami sugas izplatības reģiona centrālajos apgabalos, jo šeit paredzama liela ģenētiskā mainība (Svejgaard Jensen, 2003).

Parastās liepas GRSV apsaimniekošanā ievēro saglabāšanas mērķa grupai – saglabāt īpašas adaptīvās vai citas pazīmes marginālās, vai izklaidus augošās koku populācijās - noteiktās vispārējās pamatprasības un kritērijus.

Parastais skābardis *Carpinus betulus*

Neliels (4-18 m) lazdu (pēc dažām klasifikācijām - bērzu) dzimtas koks vai krūms. Areāla optimuma zonā līdz 25 m augsts. Miza pelēka, gluda. Vainags plašs. Lapas uz zariem pamīšus, olveida vai eliptiskas (garums 4-8 cm, platums 2-5 cm). Zied lapām plaukstot. Spurdzes nokarenas: vīrišķās 3-5 cm garas īsvasu galā, sievišķās (augļu gatavības laikā līdz 15-20 cm) jauno dzinumumu galā. Auglis - riekstiņš, kuru apņem trīsdaivaina, spārnaina plēksne. Spurdzē parasti 8-20 augļi. Zied maijā.

Dabiskās izplatības areāls plašs – no Pirenejiem līdz Dienvidzvidrijai un austrumu virzienā līdz Irānai (3.9. attēls). Latvijā - uz izplatības areāla ziemeļu robežas, sastopams reti, tikai valsts dienvidu-dienvidrietumu daļā - galvenokārt Luknas - Dunikas - Kalētu apkaimē, aug mežos uz sausām minerālaugsnēm. Atsevišķi eksemplāri un grupas aug kokaudzes otrajā stāvā, retāk sastopams tīraudzē. Ir tendence izplatīties. Diezgan bieži apstādījumos kultivēts koks vai krūms. Tā ir tipiska mērenā klimata suga, kam nepieciešams diezgan bagātīgs mitrums un izturīga pret dažādiem augsnes veidiem. Tas var augt pilnībā vai daļēji saulē, taču tas ir arī viens no nedaudzajiem, kas ir ļoti izturīgs pret noēnojumu.



3.9. attēls. Parastā skābarža izplatības areāls (karte no EUFORGEN) (<http://www.euforgen.org/species/carpinus-betulus/>)

- Dabiskās izplatības teritorija
- ✕ izolētās populācijas
- ▲ introducētas un naturalizētas populācijas

Eiropas skābarža ĢRSV apsaimniekošanā ievēro saglabāšanas mērķa grupai – saglabāt īpašas adaptīvās vai citas pazīmes marginālās, vai izklaidus augošās koku populācijās - noteiktās vispārējās pamatprasības un kritērijus. EUFORGEN nav izstrādātas specifiskas vadlīnijas parastā skābarža ģenētisko resursu saglabāšanai.

Dunika ir dabas liegums Rucavas novada Dunikas pagastā. Izvietojies pagasta austrumu daļā; tā teritorijas lielāko daļu aizņem Tīrspurvs (Dunikas tūrelis). Liegums izveidots 1977. gadā, tas atrodas uz parastā skābarža izplatības areāla ziemeļrietumu robežas un viens no lieguma izveides mērķiem ir parastā skābarža aizsardzība. Teritorijā sastopami vairāki Eiropas Savienības aizsargājami biotopi, tostarp neskarti augstie purvi, pārejas purvi un slīkšņas, staignāju meži, ozolu meži un purvainie meži. Natura 2000 teritorija.

3.5. Ģenētisko resursu saglabāšanas vienību vērtēšana (monitorings)

Sistemātisku ĢRSV vērtēšanu (monitoringu) plānots veikt šā darba 2. etapā (2022. gadā). Iepriekšējos gados atsevišķām ĢRSV (Rēzeknes egļe (2014), Bēnes-Svirlaukas priede (2016), Kaives egļe (2020), Svirlaukas osis (2021) un Jaunjelgavas osis (2021)) ir veikts līdzšinējās apsaimniekošanas izvērtējums, sagatavoti vai aktualizēti apsaimniekošanas plāni.

Literatūras saraksts

- Aravanopoulos, F.A. (2011). Genetic monitoring in natural perennial plant populations. *Botany* 89, 75–81. <https://doi.org/10.1139/b10-087>
- Aravanopoulos, F.A., Tollefsrud, M.M., Graudal, L., Koskela, J., Kätzel, R., Soto, A., Nagy, L., Pilipovic, A., Zhelev, P., Božic, G. and Bozzano, M. (2015). Development of genetic monitoring methods for genetic conservation units of forest trees in Europe. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), Bioversity International, Rome, Italy. xvi+46 p.
- Auniņš A. red., 2013. Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. papildināts izdevums Rīga, Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 320 lpp.
- Āboliņa, A., Piterāns, A., Bambe, B. 2015. Latvijas ķērpji un sūnas. Taksonu saraksts. DU AA "Saule", Salaspils: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", 213. lpp.
- Baumanis, I. (2002). Norādījumi ģenētisko resursu mežaudžu apsaimniekošanai. Atskaite saskaņā ar līgumu Nr. 07/2002-91c., 11 lpp.
- Boshier, D., J. Cordero, S. Harris, J. Pannell, S. Rendell, P. Savill, J. Stewart, N. Cundall, J. Hubert, S. Samuel, B. Eriksen, E. Wallander, O. Martinsson, J. Bellido, P. Fayos, R. López, M. Roldán, M. Verdú, I. Mateu, A. Montilla, K. Spanos, D. Kyriakidis, R. Papi, I. Blada, M. Palada, F. Popescu, D. Postolache, I. Canova, J. Durkovic, D. Gömöry, D. Krajmerová, L. Paule and B. Slobodník. FRAXIGEN. (2005). Ash species in Europe: biological characteristics and practical guidelines for sustainable use. Oxford Forestry Institute. University of Oxford. UK, 128 p.
- Brown, A.H.D., Hardner, C.M. (2000). Sampling the gene pools of forest trees for ex situ conservation. In: Young, A.G., Boshier, D.H., Boyle, T.J. (Eds.), *Forest Conservation Genetics: Principles and Practice*. CABI Publishing, Wallingford, pp. 185–196. - doi: 10.1079/9780851995045.0185
- de Vries, S.M.G., Alan, M., Bozzano, M., Burianek, V., Collin, E., Cottrell, J., Ivankovic, M., Kelleher, C.T., Koskela, J., Rotach, P., Vietto, L. and Yrjänä, L. (2015). Pan-European strategy for genetic conservation of forest trees and establishment of a core network of dynamic conservation units. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), Bioversity International, Rome, Italy. xii+40p. Available: http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Publications/Thematic_publications/EUFORGEN_FGR_conservation_strategy.pdf
- Ducouso, A., Bordacs, S. (2004). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for pedunculate and sessile oaks (*Quercus robur* and *Q. petraea*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 p. Available: <http://www.euforgen.org/publications/publication/iquercus-roburi-and-iquercus-petraei-technical-guidelines-for-genetic-conservation-and/>
- Ek, T., Suško, U., Auziņš, R. 2002. Mežaudžu atslēgas biotopu inventarizācijas metodika, Rīga, Valsts meža dienests
- Gardner, T. *Monitoring Forest Biodiversity: Improving Conservation through Ecologically Responsible Management*, London (2010). xviii+360 pp.
- Gustafsson, L. 2000 Red-listed species and indicators: vascular plants in woodland key habitats and surrounding production forests in Sweden. *Biological Conservation* 92 (1), 35-43
- Ģenētisko resursu mežaudžu izveidošanas un apsaimniekošanas kārtība (2013): Ministru kabineta 2013. gada 2. aprīļa noteikumi Nr.177. [skatīts 2021. g. 28. oktobrī]. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/255840-genetisko-resursu-mezaudzu-izveidosanas-un-apsaimniekosanas-kartiba>
- Houston Durrant, T., de Rigo, D., Caudullo, G. (2016). *Alnus glutinosa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T.,

- Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp.e01f3c0+ Available: https://forest.jrc.ec.europa.eu/media/atlas/Alnus_glutinosa.pdf
- Kajba, D., Gračan, J. (2003). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for black alder (*Alnus glutinosa*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 4 p. Available: <http://www.euforgen.org/publications/publication/alnus-glutinosa-technical-guidelines-for-genetic-conservation-and-use-for-black-alder/>
- Kelleher, C. T., de Vries, S.M.G., Baliuckas, V., Bozzano, M., Frýdl, J., Gonzalez Goicoechea, P., Ivankovic, M., Kandemir, G., Koskela, J., Kozioł, C., Liesebach, M., Rudow, A., Vietto, L., and Zhelev Stoyanov P. (2015). Approaches to the Conservation of Forest Genetic Resources in Europe in the Context of Climate Change. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), Bioversity International, Rome, Italy. xiv+46 pp Available: http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Publications/Thematic_publications/EUFORGEN_FGR_and_Climate_change_web.pdf
- Kjær, E.D., McKinney, L.V., Nielsen, L.R., Hansen, L.N. and Hansen, J.K. (2012). Adaptive potential of ash (*Fraxinus excelsior*) populations against the novel emerging pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Evol. Appl.* 5, 219– 228. - doi: 10.1111/j.1752-4571.2011.00222.x
- Konnert, M., Maurer, W., Degen, B., Kätzel, R. (2011). Genetic monitoring in forests - early warning and controlling system for ecosystemic changes. *iForest* 4, 77–81. - doi: <https://doi.org/10.3832/ifor0571-004>
- Koskela, J., Lefèvre, F., Schüler, S., Kraigher, H., Olrik, D.C., Hubert, J., Longauer, R., Bozzano, M., Yrjänä, L., Alizotii, P., Rotach, P., Viettok, L., Bordács, S., Myking, T., Eysteinson, O., Souvannavong, O., BartDe Cuyper, F., Ditlevsen, B. (2013). Translating conservation genetics into management: Pan-European minimum requirements for dynamic conservation units of forest tree genetic diversity. *Conservation Biology* 157: 39-49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2012.07.023>
- Laiviņš, M. (2016). Ošu mežu destrukcija un atjaunošanās Latvijā. Atskaite saskaņā ar līgumu Nr. 5.5.-5.1_0017_101_14_28, 140 lpp.
- Lefèvre, F., Alia, R., Bakkebo Fjellstad, K., Graudal, L., Oggioni, S.D., Rusanen, M., Vendramin, G.G., Bozzano, M. (2020). Dynamic conservation and utilization of forest tree genetic resources: indicators for in situ and ex situ genetic conservation and forest reproductive material. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), European Forest Institute. 33 p. Available: http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Publications/Thematic_publications/EUFORGEN_IGR_4.6.pdf
- Lefèvre, F., Koskela, J., Hubert, J., Kraigher, H., Longauer, R., Olrik, D.C., Schüler, S., Bozzano M. (2013). Dynamic conservation of forest genetic resources in 33 European countries. *Conservation Biology* 27 (2): 373-384. - doi: 10.1111/j.1523-1739.2012.01961.x
- Marshall, D.R., Brown, A.H.D. (1975). Optimum sampling strategies in genetic conservation. In: Frankel, O.H., Hawkes, J.G. (Eds.), *Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 21–40.
- Matisone, I. (2020). Parastā oša *Fraxinus excelsior* L. destrukcija Latvijā: audžu sukcesija un oša atjaunošanās. Promocijas darbs. 80 lpp.
- Mátyás, C., L. Ackzell and C.J.A. Samuel. 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Scots pine (*Pinus sylvestris*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 p. Available: http://www.euforgen.org/uploads/tx_news/1037_Technical_guidelines_for_genetic_conservation_and_use_for_Scots_pine__Pinus_sylvestris_.pdf
- Mauriņš A., Mangalis I. (2005) Oši. No: Meža enciklopēdija. [tiešsaiste] [skatīts skatīts 2020. gada 20. decembrī]. Pieejams: <https://www.letonika.lv/groups/default.aspx?r=7&q=osis&id=972236&g=1>
- Mauriņš, A., Zvirgzds, A. (2006) Dendroloģija. LU Akadēmiskais apgāds, 448.lpp.
- Moisejevs R. 2016. Ķērpju indikatoru rokasgrāmata dabas pētniekiem. Daugavpils Universitāte. Daugavpils, 68 lpp.

- Noss, R.F. (1990). Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation biology*. Volume 4, Issue 4 Pages 355-364
- Pautasso, M., Aas, G., Queloz, V. and Holdenrieder, O. (2013). European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback—a conservation biology challenge. *Biol. Conserv.* 158, 37– 49. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.08.026>
- Peck J. E. 2010. *Multivariate Analysis for Community Ecologists: Step-by-Step using PC-ORD*. MjM Software Design, Gleneden Beach, OR. 162 pp.
- Pliûra A., Heuertz M. (2003). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for common ash (*Fraxinus excelsior*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 p. Available: <https://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/detail/common-ash-fraxinus-excelisior/>
- populations. *Botany* 89, 75–81. <https://doi.org/10.1139/b10-087>
- Pušpure I., Gerra-Inohosa L., Arhipova N. (2015) Quality assessment of European ash *Fraxinus excelsior* L. genetic resource forests in Latvia. *Research for Rural Development*, 2, 37–43. Available https://ilufb.ilu.lv/conference/Research-for-Rural-Development/2015/LatviaResearchRuralDevel21st_volume2-37-43.pdf
- Rudow A., M. Westergren, J. Buiteveld, V. Buriánek, B. Cengel, J. Cottrell, G. de Dato, K. Järve, D. Kajba, C. Kelleher, F. Lefèvre, M. Liesebach, L. Nagy, S. Stojnić, M. Villar, L. Yrjänä, M. Bozzano. (2020). Decision support tool for the management of dynamic genetic conservation units. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), European Forest Institute. 104 p. Available: <http://www.euforgen.org/publications/publication/decision-support-tool-for-the-management-of-dynamic-genetic-conservation-units/>
- Rust S., Savill P.S. (2000) The root systems of *Fraxinus excelsior* and *Fagus sylvatica* and their competitive relationships. *Forestry*. Vol. 73, No. 5, p. 449–508. - doi:10.1093/FORESTRY/73.5.499
- Sagnard, F., Oddou-Muratorio, S., Pichot, C., Vendramin, G.G., Fady, B. (2011). Effects of seed dispersal, adult tree and seedling density on the spatial genetic structure of regeneration at fine temporal and spatial scales. *Tree Genetics and Genomes* 7, 37–48. - doi 10.1007/s11295-010-0313-y
- Skrøppa, T. (2003). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Norway spruce (*Picea abies*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 p. Available: <http://www.euforgen.org/publications/publication/ipicea-abiesi-technical-guidelines-for-genetic-conservation-and-use-for-norway-spruce/>
- Stebel A., Fojcik B. 2016. Changes in the epiphytic bryophyte flora in Katowice city (Poland). *Cryptogamie, Bryologie*, 37 (4): 399 – 414
- Suško U. 1998. Latvijas dabiskie meži. Pētījums par bioloģiskās daudzveidības struktūrām, atkarīgajām sugām un meža vēsturi. WWF - Pasaules Dabas fonds. Rīga, 186 lpp.
- Svejgaard Jensen, J. (2003). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for lime (*Tilia* spp.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 p. Available: https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Lime__Tilia_cordata_and_Tilia_platyphyllos__926.pdf
- Vakkari, P. (2009). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of silver birch (*Betula pendula*). Biodiversity International, Rome, Italy. 6 p. Available: <https://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/detail/silver-birch-betula-pendula/>
- von Wühlisch, G. (2009). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of Eurasian aspen (*Populus tremula*) Biodiversity International, Rome, Italy. 6 p. Available: <http://www.euforgen.org/publications/publication/ipopulus-tremulai-technical-guidelines-for-genetic-conservation-and-use-for-eurasian-aspen/>
- Will-Wolf S., Esseen PA., Neitlich P. 2002. Monitoring Biodiversity And Ecosystem Function: Forests. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds) *Monitoring with Lichens — Monitoring Lichens*. NATO Science Series (Series IV: Earth and Environmental Sciences), vol 7. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0423-7_14
- Zonneveld, I. S. (1983). Principles of bio indication. *Environ. Monit. Assess.*, 3 (3-4) , 207–217.

<http://www.euforgen.org/species/picea-abies/>
<http://www.euforgen.org/species/pinus-sylvestris/>
<http://www.euforgen.org/species/betula-pendula/>
<https://www.latvijasdaba.lv/augi/betula-pendula-roth/>
<http://www.euforgen.org/species/populus-tremula/>
<http://www.euforgen.org/species/alnus-glutinosa/>
https://forest.jrc.ec.europa.eu/media/atlas/Alnus_glutinosa.pdf
<http://www.euforgen.org/species/fraxinus-excelsior/>
<http://www.euforgen.org/species/quercus-robur/>
<https://www.latvijasdaba.lv/augi/quercus-robur-l/>
<http://www.euforgen.org/species/tilia-cordata/>
<http://www.euforgen.org/species/carpinus-betulus/>
[https://lv.wikipedia.org/wiki/Dunika_\(dabas_liegums\)](https://lv.wikipedia.org/wiki/Dunika_(dabas_liegums))
<https://www.latvijasdaba.lv/augi/carpinus-betulus-l/>
<https://forest.jrc.ec.europa.eu/media/atlas/CaAravanopoulos>, F.A. (2011). Genetic monitoring in natural perennial plant
http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Publications/Thematic_publications/EUFORGEN-Genetic-monitoring-methods.pdf

Pielikumi

1. Pielikums

Koku (E3), krūmu (E2), lakstaugu (E1), sūnu un ķērpju sugu (E0) saraksts. Ar sastopamību norādīts parauglaukumu skaits, kuros konkrētais taksons uzskaitīts (n=120).

Sūnu un ķērpju stāvs E0	Sastopamība
<i>Atrichum undulatum</i>	1
<i>Aulacomium palustre</i>	22
<i>Brachythecium rutabulum</i>	42
<i>Calliergon cordifolium</i>	6
<i>Calliergonella cuspidata</i>	17
<i>Ceratodon purpureus</i>	1
<i>Cerfilum pilosum</i>	1
<i>Cetraria islandica</i>	1
<i>Cladonia arbuscula</i>	3
<i>Cladonia coniocraea</i>	1
<i>Cladonia fimbriata</i>	1
<i>Cladonia furfuracea</i>	1
<i>Cladonia gracilis</i>	6
<i>Cladonia rangiferina</i>	6
<i>Cladonia sp.</i>	1
<i>Cladonia stellaris</i>	2
<i>Climacium dendroides</i>	22
<i>Dicranium scoparium</i>	1
<i>Dicranum majus</i>	3
<i>Dicranum polysetum</i>	56
<i>Dicranum scoparium</i>	29
<i>Eurhynchium hians</i>	9
<i>Eurhynchium angustirete</i>	32
<i>Fissidens sp.</i>	5
<i>Funaria higo</i>	1
<i>Hylocomium splendens</i>	61
<i>Hypnum cupressiforme</i>	3
<i>Mnium hornum</i>	2
<i>Peltigera sp.</i>	1
<i>Plagiochila asplenioides</i>	19
<i>Plagiomnium affine</i>	28
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	9
<i>Plagiomnium undulatum</i>	21
<i>Pleurozium schreberi</i>	61
<i>Polytrichum commune</i>	28
<i>Polytrichum juniperinum</i>	10
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	13
<i>Rachomitrium canescens</i>	1
<i>Rhizomnium punctatum</i>	23
<i>Rhodobryum roseum</i>	18
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	4
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	41

Sūnu un ķērpju stāvs E0	Sastopamība
<i>Scleropodium purum</i>	4
<i>Sphagnum angustifolium</i>	17
<i>Sphagnum capillifolium</i>	2
<i>Sphagnum girgensonii</i>	19
<i>Sphagnum magellanicum</i>	7
<i>Sphagnum palustre</i>	5
<i>Sphagnum rubellum</i>	1
<i>Sphagnum russowii</i>	3
<i>Sphagnum sp.</i>	2
<i>Sphagnum squarrosum</i>	4
<i>Thuidium tamariscinum</i>	20
<i>Trichocolea tomentella</i>	1
Lakstaugu stāvs E1	Sastopamība
<i>Acer negundo</i>	1
<i>Acer platanoides</i>	6
<i>Achillea millefolium</i>	1
<i>Actaea spicata</i>	3
<i>Aegopodium podagraria</i>	16
<i>Agrostis gigantea</i>	1
<i>Agrostis stolonifera</i>	1
<i>Agrostis tenuis</i>	8
<i>Alnus glutinosa</i>	8
<i>Alnus incana</i>	9
<i>Alopecurus aequalis</i>	2
<i>Amelanchier spicata</i>	4
<i>Andromeda polifolia</i>	7
<i>Anemone nemorosa</i>	19
<i>Anemone ranunculoides</i>	1
<i>Angelica sylvestris</i>	13
<i>Anthriscus sylvestris</i>	5
<i>Artemisia sp.</i>	1
<i>Artemisia vulgaris</i>	4
<i>Asarum europaeum</i>	4
<i>Athyrium filix-femina</i>	25
<i>Betula pendula</i>	24
<i>Betula pubescens</i>	6
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	4
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	33
<i>Calamagrostis canescens</i>	19
<i>Calamagrostis epigeios</i>	6
<i>Calluna vulgaris</i>	26
<i>Caltha palustris</i>	5

1. Lakstaugu stāvs E1	Sastopamība
<i>Agrostis tenuis</i>	11
<i>Achillea millefolium</i>	3
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	3
<i>Alnus glutinosa</i>	5
<i>Alnus incana</i>	14
<i>Alopecurus aequalis</i>	1
<i>Amelanchier spicata</i>	7
<i>Andromeda polifolia</i>	11
<i>Anemone nemorosa</i>	15
<i>Angelica sylvestris</i>	23
<i>Anthriscus sylvestris</i>	6
<i>Arctium sp.</i>	1
<i>Arctium tomentosum</i>	1
<i>Artemisia vulgaris</i>	4
<i>Asarum europaeum</i>	10
<i>Athyrium filix-femina</i>	32
<i>Atriplex sp.</i>	1
<i>Betula pendula</i>	15
<i>Betula pubescens</i>	14
<i>Betula sp.</i>	1
<i>Bidens tripartita</i>	4
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	3
<i>Brachythecium rutabulum</i>	1
<i>Bromopsis inermis</i>	1
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	38
<i>Calamagrostis canescens</i>	19
<i>Calamagrostis epigeios</i>	17
<i>Calla palustris</i>	1
<i>Calliergonella cuspidata</i>	1
<i>Calluna vulgaris</i>	33
<i>Caltha palustris</i>	6
<i>Campanula patula</i>	1
<i>Campanula persicifolia</i>	1
<i>Campanula sp.</i>	3
<i>Cardamine amara</i>	4
<i>Carduus acathides</i>	1
<i>Carduus crispus</i>	1
<i>Carex appropinquata</i>	2
<i>Carex digitata</i>	17
<i>Carex dioica</i>	1

Lakstaugu stāvs E1	Sastopamība
<i>Carex echinata</i>	5
<i>Carex elongata</i>	3
<i>Carex flacca</i>	1
<i>Carex flava</i>	8
<i>Carex hirta</i>	2
<i>Carex leporina</i>	4
<i>Carex nigra</i>	12
<i>Carex pallescens</i>	5
<i>Carex paniculata</i>	2
<i>Carex pseudocyperus</i>	1
<i>Carex remota</i>	6
<i>Carex rostrata</i>	2
<i>Carex sp.</i>	46
<i>Carex sp.1</i>	14
<i>Carex sp.2</i>	1
<i>Carex sylvatica</i>	12
<i>Centaurea jacea</i>	1
<i>Centaurea sp.</i>	1
<i>Cerastium sp.</i>	1
<i>Cerasus avium</i>	1
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	4
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	4
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	3
<i>Chelidonium majus</i>	4
<i>Chenopodium sp.</i>	2
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	13
<i>Circaea alpina</i>	4
<i>Cirsium arvense</i>	9
<i>Cirsium oleraceum</i>	27
<i>Cirsium palustre</i>	7
<i>Cirsium sp.</i>	6
<i>Cirsium vulgare</i>	2
<i>Clinopodium vulgare</i>	1
<i>Comarum palustre</i>	6
<i>Convallaria majalis</i>	15
<i>Coronaria flos-cuculi</i>	4
<i>Corydalis solida</i>	1
<i>Corylus avellana</i>	14
<i>Crataegus sp.</i>	1
<i>Crepis paludosa</i>	13

Lakstaugu stāvs E1	Sastopamība
<i>Crepis sp.</i>	1
<i>Dactylis glomerata</i>	12
<i>Daphne mezereum</i>	2
<i>Deschampsia caespitosa</i>	33
<i>Deschampsia flexuosa</i>	15
<i>Dicranum scoparium</i>	1
<i>Drosera rotundifolia</i>	1
<i>Dryopteris carthusiana</i>	54
<i>Dryopteris expansa</i>	1
<i>Dryopteris filix-mas</i>	11
<i>Echinochloa crusgalli</i>	1
<i>Elymus caninus</i>	4
<i>Elymus repens</i>	4
<i>Empetrum nigrum</i>	13
<i>Epilobium hirsutum</i>	17
<i>Epilobium sp.</i>	2
<i>Epipactis helleborine</i>	1
<i>Epipactis sp.</i>	4
<i>Equisetum arvense</i>	6
<i>Equisetum fluviatile</i>	4
<i>Equisetum palustre</i>	4
<i>Equisetum pratense</i>	13
<i>Equisetum sylvaticum</i>	24
<i>Equisetum sp.</i>	1
<i>Erigeron canadensis</i>	3
<i>Eriophorum vaginatum</i>	21
<i>Euonymus europaea</i>	3
<i>Euonymus verrucosa</i>	1
<i>Eupatorium cannabinum</i>	3
<i>Festuca gigantea</i>	11
<i>Festuca ovina</i>	8
<i>Festuca pratensis</i>	1
<i>Festuca rubra</i>	1
<i>Festuca sp.</i>	1
<i>Filipendula ulmaria</i>	36
<i>Fragaria vesca</i>	32
<i>Frangula alnus</i>	33
<i>Fraxinus excelsior</i>	17
<i>Galeobdolon luteum</i>	24
<i>Galeopsis bifida</i>	2

Lakstaugu stāvs E1	Sastopamība
<i>Galeopsis sp.</i>	14
<i>Galeopsis tetrahit</i>	1
<i>Galium album</i>	2
<i>Galium aparine</i>	7
<i>Galium boreale</i>	2
<i>Galium elongatum</i>	1
<i>Galium odoratum</i>	5
<i>Galium palustre</i>	18
<i>Galium sp.</i>	8
<i>Galium uliginosum</i>	7
<i>Geranium robertianum</i>	1
<i>Geranium sp.</i>	5
<i>Geum rivale</i>	12
<i>Geum sp.</i>	14
<i>Geum urbanum</i>	6
<i>Glechoma hederacea</i>	1
<i>Glyceria fluitans</i>	2
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	3
<i>Goodyera repens</i>	3
<i>Grossularia reclinata</i>	1
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	8
<i>Hepatica nobilis</i>	11
<i>Hieracium sp.</i>	3
<i>Holcus lanatus</i>	2
<i>Humulus lupulus</i>	2
<i>Huperzia selago</i>	1
<i>Hypericum hirsutum</i>	2
<i>Hypericum maculatum</i>	6
<i>Hypericum perforatum</i>	1
<i>Impatiens noli-tangere</i>	3
<i>Impatiens parviflora</i>	6
<i>Impatiens sp.</i>	13
<i>Iris pseudacorus</i>	5
<i>Juncus conglomeratus</i>	3
<i>Juncus effusus</i>	4
<i>Juncus sp.</i>	13
<i>Juniperus communis</i>	2
<i>Knautia arvensis</i>	1
<i>Koeleria glauca</i>	1
<i>Lamium sp.</i>	1

1.Pielikuma turpinājums

Lakstaugu stāvs E1	Sastopamība
<i>Crepis sp.</i>	1
<i>Dactylis glomerata</i>	12
<i>Daphne mezereum</i>	2
<i>Deschampsia caespitosa</i>	33
<i>Deschampsia flexuosa</i>	15
<i>Dicranum scoparium</i>	1
<i>Drosera rotundifolia</i>	1
<i>Dryopteris carthusiana</i>	54
<i>Dryopteris expansa</i>	1
<i>Dryopteris filix-mas</i>	11
<i>Echinochloa crusgalli</i>	1
<i>Elymus caninus</i>	4
<i>Elymus repens</i>	4
<i>Empetrum nigrum</i>	13
<i>Epilobium hirsutum</i>	17
<i>Epilobium sp.</i>	2
<i>Epipactis helleborine</i>	1
<i>Epipactis sp.</i>	4
<i>Equisetum arvense</i>	6
<i>Equisetum fluviatile</i>	4
<i>Equisetum palustre</i>	4
<i>Equisetum pratense</i>	13
<i>Equisetum sylvaticum</i>	24
<i>Equisetum sp.</i>	1
<i>Erigeron canadensis</i>	3
<i>Eriophorum vaginatum</i>	21
<i>Euonymus europaea</i>	3
<i>Euonymus verrucosa</i>	1
<i>Eupatorium cannabinum</i>	3
<i>Festuca gigantea</i>	11
<i>Festuca ovina</i>	8
<i>Festuca pratensis</i>	1
<i>Festuca rubra</i>	1
<i>Festuca sp.</i>	1
<i>Filipendula ulmaria</i>	36
<i>Fragaria vesca</i>	32
<i>Frangula alnus</i>	33
<i>Fraxinus excelsior</i>	17
<i>Galeobdolon luteum</i>	24
<i>Galeopsis bifida</i>	2

Lakstaugu stāvs E1	Sastopamība
<i>Galeopsis sp.</i>	14
<i>Galeopsis tetrahit</i>	1
<i>Galium album</i>	2
<i>Galium aparine</i>	7
<i>Galium boreale</i>	2
<i>Galium elongatum</i>	1
<i>Galium odoratum</i>	5
<i>Galium palustre</i>	18
<i>Galium sp.</i>	8
<i>Galium uliginosum</i>	7
<i>geranium robertianum</i>	1
<i>Geranium sp.</i>	5
<i>Geum rivale</i>	12
<i>Geum sp.</i>	14
<i>Geum urbanum</i>	6
<i>Glechoma hederacea</i>	1
<i>Glyceria fluitans</i>	2
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	3
<i>Goodyera repens</i>	3
<i>Grossularia reclinata</i>	1
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	8
<i>Hepatica nobilis</i>	11
<i>Hieracium sp.</i>	3
<i>Holcus lanatus</i>	2
<i>Humulus lupulus</i>	2
<i>Huperzia selago</i>	1
<i>Hypericum hirsutum</i>	2
<i>Hypericum maculatum</i>	6
<i>Hypericum perforatum</i>	1
<i>Impatiens noli-tangere</i>	3
<i>Impatiens parviflora</i>	6
<i>Impatiens sp.</i>	13
<i>Iris pseudacorus</i>	5
<i>Juncus conglomeratus</i>	3
<i>Juncus effusus</i>	4
<i>Juncus sp.</i>	13
<i>Juniperus communis</i>	2
<i>Knautia arvensis</i>	1
<i>Koeleria glauca</i>	1
<i>Lamium sp.</i>	1

1.Pielikuma turpinājums

<i>Lakstaugu stāvs E1</i>	Sastopamība
<i>Lathyrus pratensis</i>	3
<i>Lathyrus sp.</i>	3
<i>Lathyrus vernus</i>	13
<i>Ledum palustre</i>	22
<i>Leucanthemum vulgare</i>	2
<i>Listera cordata</i>	1
<i>Lonicera caprifolium</i>	1
<i>Lonicera xylosteum</i>	3
<i>Luzula multiflora</i>	12
<i>Luzula pilosa</i>	48
<i>Lycopodium annotinum</i>	16
<i>Lycopus europaeus</i>	13
<i>Lysimachia nummularia</i>	2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	36
<i>Maianthemum bifolium</i>	48
<i>Medicago lupulina</i>	2
<i>Melampyrum nemorosum</i>	5
<i>Melampyrum pratense</i>	7
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	30
<i>Melica nutans</i>	16
<i>Mentha arvensis</i>	6
<i>Menyanthes trifoliata</i>	4
<i>Mercurialis perennis</i>	7
<i>Milium effusum</i>	12
<i>Moehringia trinervia</i>	15
<i>Molinia caerulea</i>	18
<i>Mycelis muralis</i>	28
<i>Myosotis palustre</i>	2
<i>Myosotis sp.</i>	5
<i>Naumburgia thyrsoiflora</i>	1
<i>Origanum vulgare</i>	1
<i>Orthilia secunda</i>	11
<i>Oxalis acetosella</i>	53
<i>Oxycoccus palustris</i>	14
<i>Padus avium</i>	14
<i>Paris quadrifolia</i>	20
<i>Peucedanum palustre</i>	6
<i>Phegopteris connectilis</i>	8
<i>Phragmites australis</i>	6
<i>Phyteuma spicatum</i>	1

<i>Lakstaugu stāvs E1</i>	Sastopamība
<i>Picea abies</i>	60
<i>Pinus sylvestris</i>	29
<i>Plantago major</i>	5
<i>Platanthera bifolia</i>	1
<i>Platanthera sp.</i>	5
<i>Poa annula</i>	1
<i>Poa nemorosa</i>	1
<i>Poa palustris</i>	11
<i>Poa pratensis</i>	2
<i>Poa sp.</i>	10
<i>Polygonatum</i>	1
<i>Polygonatum multiflorum</i>	2
<i>Polygonatum sp.</i>	1
<i>Polygonum hydropiper</i>	2
<i>Polygonum sp.</i>	2
<i>Polypodium vulgare</i>	1
<i>Populus tremula</i>	17
<i>Potentilla anserina</i>	1
<i>Potentilla erecta</i>	15
<i>Phragmites australis</i>	2
<i>Primula veris</i>	1
<i>Prunella vulgaris</i>	9
<i>Prunus domesticus</i>	1
<i>Prunus sp.</i>	3
<i>Pteridium aquilinum</i>	9
<i>Pulmanaria offinalis</i>	3
<i>Pulmonaria obscura</i>	4
<i>Pyrola minor</i>	1
<i>Pyrola rotundifolia</i>	3
<i>Pyrola sp.</i>	1
<i>Quercus robur</i>	34
<i>Ranunculus casubia</i>	10
<i>Ranunculus lingua</i>	2
<i>Ranunculus repens</i>	12
<i>Rhamnus cathartica</i>	1
<i>Rhytidadelphus triquetrus</i>	1
<i>Ribes nigrum</i>	4
<i>Ribes rubrum</i>	2
<i>Rubus caesius</i>	8
<i>Rubus chamaemorus</i>	11

1.Pielikuma turpinājums

Lakstaugu stāvs E1	Sastopamība
<i>Rubus idaeus</i>	44
<i>Rubus nessensis</i>	1
<i>Rubus saxatilis</i>	34
<i>Rumex acetosa</i>	2
<i>Rumex obtusifolius</i>	2
<i>Rumex sp.</i>	1
<i>Salix aurita</i>	3
<i>Salix sp.</i>	8
<i>Sambucus racemosa</i>	1
<i>Sanicula europaea</i>	6
<i>Scirpus sylvaticus</i>	3
<i>Scutellaria galericulata</i>	12
<i>Senecio sp.</i>	1
<i>Senecio sylvaticus</i>	1
<i>Silene sp</i>	1
<i>Solanum dulcamara</i>	19
<i>Solidago canadensis</i>	2
<i>Solidago virgaurea</i>	29
<i>Sonchus arvensis</i>	9
<i>Sonchus oleraceus</i>	1
<i>Sonchus sp</i>	4
<i>Sorbus aucuparia</i>	36
<i>Sphagnum angustifolium</i>	1
<i>Spieces 1</i>	2
<i>Spieces 2</i>	1
<i>Stachys sylvatica</i>	11
<i>Stellaria holostea</i>	14
<i>Stellaria media</i>	1
<i>Stellaria nemorum</i>	16
<i>Stellaria sp</i>	3
<i>Succisa pratensis</i>	3
<i>Taraxacum officinale</i>	20
<i>Thelypteris palustris</i>	5
<i>Thuidium tamariscinum</i>	1
<i>Tilia cordata</i>	3
<i>Taraxacum officinale</i>	1
<i>Trientalis europaea</i>	27
<i>Trifolium pratense</i>	2
<i>Tussilago farfara</i>	8
<i>Ulmus glabra</i>	3

Lakstaugu stāvs E1	Sastopamība
<i>Urtica dioica</i>	27
<i>Urtica urens</i>	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	77
<i>Vaccinium uliginosum</i>	26
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	59
<i>Valeriana officinalis</i>	9
<i>Veronica chamaedrys</i>	14
<i>Veronica officinalis</i>	12
<i>Viburnum opulus</i>	18
<i>Vicia cracca</i>	2
<i>Vicia sp.</i>	5
<i>Vicia sylvatica</i>	3
<i>Vicia tetrasperma</i>	1
<i>Viola canina</i>	3
<i>Viola sp.</i>	38
Krūmu stāvs E2	Sastopamība
<i>Acer platanoides</i>	12
<i>Alnus glutinosa</i>	14
<i>Alnus incana</i>	22
<i>Amelanchier spicata</i>	5
<i>Betula pendula</i>	29
<i>Betula pubescens</i>	35
<i>Cerasus avium</i>	1
<i>Corylus avellana</i>	39
<i>Crataegus sp.</i>	2
<i>Daphne mezereum</i>	4
<i>Euonymus europaea</i>	2
<i>Euonymus verrucosa</i>	1
<i>Frangula alnus</i>	56
<i>Fraxinus excelsior</i>	17
<i>Juniperus communis</i>	1
<i>Lonicera xylosteum</i>	8
<i>Malus sylvatica</i>	1
<i>Padus avium</i>	27
<i>Picea abies</i>	68
<i>Pinus sylvestis</i>	25
<i>Populus tremula</i>	19
<i>Prunus domesticus</i>	1
<i>Prunus sp.</i>	1
<i>Quercus robur</i>	29

1.Pielikuma turpinājums

Krūmu stāvs E2	Sastopamība
<i>Rhamnus cathartica</i>	3
<i>Ribes alpinum</i>	2
<i>Ribes nigrum</i>	5
<i>Ribes rubrum</i>	1
<i>Ribes spicatum</i>	1
<i>Salix aurita</i>	7
<i>Salix caprea</i>	3
<i>Salix sp.</i>	21
<i>Sambucus racemosa</i>	4
<i>Sorbus aucuparia</i>	47
<i>Tilia cordata</i>	7
<i>Ulmus glabra</i>	4
<i>Viburnum opulus</i>	7
Koku stāvs E3	Sastopamība
<i>Acer platanoides</i>	6
<i>Alnus glutinosa</i>	18
<i>Alnus incana</i>	19
<i>Betula pendula</i>	44
<i>Betula pubescens</i>	24
<i>Betula sp.</i>	1
<i>Corylus avellana</i>	2
<i>Fraxinus excelsior</i>	6
<i>Malus sylvatica</i>	1
<i>Padus avium</i>	1
<i>Picea abies</i>	67
<i>Pinus sylvestris</i>	61
<i>Populus tremula</i>	11
<i>Quercus robur</i>	14
<i>Salix alba</i>	1
<i>Salix caprea</i>	6
<i>Salix sp.</i>	1
<i>Sorbus aucuparia</i>	3
<i>Tilia cordata</i>	4
<i>Ulmus glabra</i>	6

Sugu skaits vaskulāro augu (E1), sūnu un ķērpju stāvam (E0) un Šenona-Vīnera indeksa vērtības apsekojamos parauglaukumos (n=120).

Meža tips	Parauglaukuma nosaukums	Šenona indekss
Sl	62.PL	2.325
	67.PL	2.05
	96.PL	2.063
Mr	16.PL	1.366
	32.PL	1.716
	78.PL	1.796
	87.PL	1.700
	94.PL	3.053
	103.PL	2.189
	116.PL	1.473
	117.PL	1.659
Ln	6.PL	1.851
	12.PL	2.607
	31.PL	1.788
	38.PL	1.754
	56.PL	1.667
	59.PL	2.079
	69.PL	1.828
	111.PL	1.759
Dm	11.PL	2.310
	25.PL	3.206
	28.PL	2.524
	42.PL	3.418
	106.PL	3.042
Vr	14.PL	2.722
	15.PL	3.186
	22.PL	3.350
	27.PL	3.140
	30.PL	3.099
	37.PL	2.429
	50.PL	3.292
	52.PL	2.213
	54.PL	2.879
	55.PL	2.637
	66.PL	3.092
	70.PL	2.539
	74.PL	2.723
	84.PL	2.728
	89.PL	3.381

Meža tips	Parauglaukuma nosaukums	Šenona indekss
Gr	79.PL	2.048
	91.PL	2.166
	95.PL	2.571
Mrs	51.PL	1.918
	53.PL	2.204
	77.PL	2.861
	109.PL	2.412
Dms	2.PL	3.110
	26.PL	3.275
	58.PL	2.663
	83.PL	2.593
	92.PL	3.193
Vrs	29.PL	3.126
	68.PL	3.274
	120.PL	1.983
Grs	17.PL	2.684
	49.PL	3.261
	82.PL	2.732
Pv	10.PL	2.115
	90.PL	2.606
	114.PL	2.364
	118.PL	2.559
Nd	3.PL	2.885
	5.PL	2.393
	39.PL	2.211
	46.PL	2.282
	81.PL	2.253
	101.PL	2.946
Db	113.PL	2.636
	9.PL	2.645
	33.PL	2.925
	45.PL	2.047
Lk	94.PL	3.053
	43.PL	3.426
	47.PL	1.656
Am	108.PL	2.770
	7.PL	3.414
As	13.PL	3.189
	19.PL	1.710

2.Pielikuma turpinājums

Meža tips	Parauglaukuma nosaukums	Šenona indekss
As	20.PL	1.944
	35.PL	2.769
	61.PL	3.293
	64.PL	2.355
	72.PL	3.539
	85.PL	1.483
	110.PL	3.733
	112.PL	2.677
Ap	21.PL	2.754
	23.PL	2.522
	40.PL	3.178
	44.PL	2.574
	48.PL	3.156
	57.PL	3.190
	73.PL	2.456
	80.PL	3.408
	98.PL	2.481
	102.PL	3.549
Kv	4.PL	2.018
	34.PL	1.983
	75.PL	2.237
	97.PL	2.619
	119.PL	2.214
Km	41.PL	2.465
	71.PL	2.288
	88.PL	2.162
	115.PL	2.133
	119.PL	2.214
Ks	8.PL	1.968
	18.PL	2.980
	36.PL	2.818
	60.PL	2.664
	65.PL	1.810
	76.PL	1.972
	86.PL	3.192
	99.PL	1.960
	105.PL	3.255
	107.PL	2.053
Kp	1.PL	2.805
	24.PL	2.291
	63.PL	3.319
	100.PL	3.197

Teritorija	Epifīti	Kritālu skaits	Apsektās koku sugas epifītu uzskaitē														
			<i>Betula pendula</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Tilia cordata</i>	<i>Ulmus sp.</i>	<i>Alnus incana</i>	<i>Acer platanoides</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Salix caprea</i>	<i>Salix sp.</i>	<i>Malus sp.</i>
1.PL	x	2	2				1					1					
2.PL	x		1			1	2										
3.PL	x		1	2	1												
4.PL	x						4										
5.PL	x	1	2				2										
6.PL	x		1		2		1										
7.PL	x		3					1									
8.PL	x				1		3										
9.PL	x			1													
10.PL	x				4												
11.PL																	
12.PL	x				2												
13.PL	x	1	1	1	1		1										
14.PL	x	2	1				1				1		1				
15.PL	x						1					2	1				
16.PL	x				2		2										
17.PL	x	2	1	2						1							
18.PL	x	2		2			2										
19.PL	x			1					1			1	1				
20.PL	x		2				2										
21.PL	x		1	1								1			1		
22.PL																	
23.PL	x								1		2						1
24.PL	x	1	1	2			1										
25.PL	x				1	1	1							1			
26.PL	x		1				2								1		
27.PL	x		2				2										
28.PL			1		2		1										
29.PL	x		2				1					1					
30.PL	x	1	1			2	1										
31.PL	x				2		2										

3. Pielikuma turpinājums

Teritorija	Epifiti	Kritalu skaits	Apsekotās koku sugas epifītu uzskaitē														
			<i>Betula pendula</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Tilia cordata</i>	<i>Ulmus sp.</i>	<i>Alnus incana</i>	<i>Acer platanoides</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Salix caprea</i>	<i>Salix sp.</i>	<i>Malus sp.</i>
32.PL	x				4												
33.PL	x		1	3													
34.PL	x				4												
35.PL	x	3	1		1		2										
36.PL	x		2		1		1										
37.PL	x		1		1		2										
38.PL	x	1			3		1										
39.PL	x				4												
40.PL	x	7		2			2										
41.PL	x		1		1		2										
42.PL	x	1	2			1	1										
43.PL	x		1	2			1										
44.PL	x	2	1			1		1				1					
45.PL	x	1	2	2													
46.PL	x				4												
47.PL	x				2		2										
48.PL																	
49.PL	x	1										4					
50.PL																	
51.PL	x		1		2		1										
52.PL																	
53.PL	x	4			3		1										
54.PL																	
55.PL	x	1	1			1	2										
56.PL	x				2		2										
57.PL	x		1				3										
58.PL	x	3	1		1		2										
59.PL	x	2	1		2		1										
60.PL	x				4												
61.PL	x	4	2				2										
62.PL	x				4												

3. Pielikuma turpinājums

Teritorija	Epifiti	Kritalu skaits	Apsekotās koku sugas epifītu uzskaitē														
			<i>Betula pendula</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Tilia cordata</i>	<i>Ulmus sp.</i>	<i>Alnus incana</i>	<i>Acer platanoides</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Salix caprea</i>	<i>Salix sp.</i>	<i>Malus sp.</i>
63.PL	x	1	1				1						1		1		
64.PL	x	3	1		2		1										
65.PL	x	3			2		2										
66.PL	x		1			1	1					1					
67.PL	x	4			4												
68.PL	x		1			1	1					1					
69.PL	x				4												
70.PL	x		1				1		1			1					
71.PL	x	1	2		2												
72.PL	x		1		1	1	1										
73.PL	x	1		1			1			1					1		
74.PL	x		2				2										
75.PL	x				4												
76.PL	x		1		1		2										
77.PL	x				4												
78.PL	x				4												
79.PL	x	2		2									1			1	
80.PL	x		1				2				1						
81.PL	x	3	1		2		1										
82.PL	x											3					
83.PL	x		2				1	1									
84.PL	x		1				1					2					
85.PL	x	2	1		2		1										
86.PL	x	3	2		1		1										
87.PL	x				4												
88.PL	x	1			3			1									
89.PL	x		1				1					1		1			
90.PL	x		2		2												
91.PL	x					1		1				1					1
92.PL	x	2	1		1		1	1									

3. Pielikuma turpinājums

Teritorija	Epifiti	Kritalu skaits	Apsekotās koku sugas epifītu uzskaitē														
			<i>Betula pendula</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Tilia cordata</i>	<i>Ulmus sp.</i>	<i>Alnus incana</i>	<i>Acer platanoides</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Salix caprea</i>	<i>Salix sp.</i>	<i>Malus sp.</i>
93.PL	x		1		2		1										
94.PL	x	1										3					
95.PL	x	5					1				3						
96.PL	x				2		2										
97.PL	x	1	2		2												
98.PL	x	1	2					1						1			
99.PL	x				2		2										
100.PL	x	2	2	2													
101.PL	x	1	2	1	1												
102.PL	x		1	1		1	1										
103.PL	x				4												
104.PL	x		4														
105.PL	x				1												
106.PL																	
107.PL	x	3			2		2										
108.PL	x	2	1	1	1		1										
109.PL	x				4												
110.PL																	
111.PL	x				4												
112.PL	x	1	1		1		2										
113.PL	x		1		1		1									1	
114.PL	x				4												
115.PL	x				4												
116.PL	x				4												
117.PL	x				4												
118.PL	x				4												
119.PL	x	1			4												
120.PL	x				1		1	1						1			

4. Pielikums

Sūnu un ķērpju sugu skaits apsektajos parauglaukumos.

Teritorija	Meža tips	Epifītiskās ķērpju sugas	Epifītiskās sūnu sugas	Epifītiskās indikatorsugas	Epiksīlās sugas	Epiksīlās indikatorsugas
1.PL	Platlapju kūdrenis	7	-	1	13	-
2.PL	Slapjais damaksnis	7	-	-	-	-
3.PL	Niedrājs	10	-	-	-	-
4.PL	Niedrājs	4	-	-	-	-
5.PL	Viršu kūdrenis	8	-	-	13	-
6.PL	Slapjā gārša	8	-	-	-	-
7.PL	Šaurlapju ārenis	5	2	-	-	-
8.PL	Šaurlapju kūdrenis	4	-	-	-	-
9.PL	Dumbrājs	6	-	-	-	-
10.PL	Purvājs	14	-	-	-	-
11.PL	Damaksnis	-	-	-	-	-
12.PL	Lāns	5	-	-	-	-
13.PL	Šaurlapju ārenis	7	4	2	3	-
14.PL	Gārša	4	6	1	11	-
15.PL	Gārša	10	5	1	-	-
16.PL	Mētrājs	6	-	-	-	-
17.PL	Slapjā gārša	7	2	2	6	-
18.PL	Šaurlapju kūdrenis	4	3	-	13	-
19.PL	Šaurlapju ārenis	8	8	2	-	-
20.PL	Šaurlapju ārenis	5	8	1	-	-
21.PL	Platlapju ārenis	8	7	2	-	-
22.PL	Vēris	-	-	-	-	-
23.PL	Platlapju ārenis	6	3	-	-	-
24.PL	Platlapju kūdrenis	5	6	-	3	-
25.PL	Damaksnis	9	3	-	-	-
26.PL	Slapjais damaksnis	4	2	-	-	-
27.PL	Vēris	8	7	1	-	-
28.PL	Damaksnis	-	-	-	-	-
29.PL	Slapjais vēris	6	5	1	-	-
30.PL	Vēris	5	5	-	5	-
31.PL	Lāns	5	-	-	-	-
32.PL	Mētrājs	6	-	-	-	-
33.PL	Dumbrājs	7	7	1	-	-
34.PL	Viršu kūdrenis	8	-	-	-	-
35.PL	Šaurlapju ārenis	3	5	-	9	1
36.PL	Šaurlapju kūdrenis	8	1	-	-	-
37.PL	Vēris	4	5	-	-	-
38.PL	Lāns	6	-	-	7	1
39.PL	Niedrājs	8	1	-	-	-
40.PL	Platlapju ārenis	6	8	-	21	-
41.PL	Mētru kūdrenis	8	-	1	-	-
42.PL	Damaksnis	3	-	1	7	-
43.PL	Liekņa	11	6	3	-	-
44.PL	Platlapju ārenis	9	6	2	4	-

4. Pielikuma turpinājums

Teritorija	Meža tips	Epifītiskās ķērpju sugas	Epifītiskās sūnu sugas	Epifītiskās indikatorsugas	Epiksīlās sugas	Epiksīlās indikatorsugas
------------	-----------	--------------------------------	---------------------------	-------------------------------	--------------------	-----------------------------

45.PL	Dumbrājs	12	-	-	-	-
46.PL	Niedrājs	6	-	-	-	-
47.PL	Mētru ārenis	8	-	-	-	-
48.PL	Platlapju ārenis	-	-	-	-	-
49.PL	Slapjā gārša	3	-	1	4	-
50.PL	Vēris	-	-	-	-	-
51.PL	Slapjais mētrājs	11	-	-	-	-
52.PL	Vēris	-	-	-	-	-
53.PL	Slapjais mētrājs	8	-	-	17	2
54.PL	Vēris	-	-	-	-	-
55.PL	Vēris	5	8	1	13	1
56.PL	Lāns	7	-	-	-	-
57.PL	Platlapju ārenis	3	1	-	-	-
58.PL	Slapjais damaksnis	3	1	-	18	1
59.PL	Lāns	7	-	-	8	1
60.PL	Šaurlapju kūdrenis	4	-	-	-	-
61.PL	Šaurlapju ārenis	2	9	-	11	1
62.PL	Sils	9	-	-	-	-
63.PL	Platlapju kūdrenis	5	3	1	9	-
64.PL	Šaurlapju ārenis	7	3	-	7	-
65.PL	Šaurlapju kūdrenis	6	4	-	13	3
66.PL	Vēris	6	5	1	-	-
67.PL	Sils	9	-	-	9	-
68.PL	Slapjais vēris	5	1	-	-	-
69.PL	Lāns	6	-	-	-	-
70.PL	Vēris	5	3	1	-	-
71.PL	Mētru kūdrenis	8	3	-	6	1
72.PL	Šaurlapju ārenis	10	3	-	-	-
73.PL	Platlapju ārenis	5	2	1	4	-
74.PL	Vēris	-	1	-	-	-
75.PL	Viršu kūdrenis	8	-	-	-	-
76.PL	Šaurlapju kūdrenis	7	5	-	-	-
77.PL	Slapjais mētrājs	6	-	-	-	-
78.PL	Mētrājs	4	-	-	-	-
79.PL	Gārša	6	4	-	8	-
80.PL	Platlapju ārenis	3	3	-	-	-
81.PL	Niedrājs	7	1	-	9	-
82.PL	Slapjā gārša	8	3	1	-	-
83.PL	Slapjais damaksnis	9	1	-	-	-
84.PL	Vēris	8	2	-	-	-
85.PL	Šaurlapju ārenis	5	4	-	10	2
86.PL	Šaurlapju kūdrenis	4	8	-	8	-
87.PL	Mētrājs	9	-	-	-	-
88.PL	Mētru ārenis	6	3	-	2	-

4. Pielikuma turpinājums

Teritorija	Meža tips	Epifītiskās ķērpju sugas	Epifītiskās sūnu sugas	Epifītiskās indikatorsugas	Epiksīlās sugas	Epiksīlās indikatorsugas
89.PL	Vēris	6	8	-	-	-
90.PL	Purvājs	6	-	-	-	-

91.PL	Gārša	4	8	1	-	-
92.PL	Slapjais damaksnis	8	5	-	11	1
93.PL	Mētrājs	10	3	-	-	-
94.PL	Dumbrājs	10	-	1	4	-
95.PL	Gārša	6	2	1	17	-
96.PL	Sils	7	-	1	-	-
97.PL	Viršu kūdrenis	9	-	-	3	-
98.PL	Platlapju ārenis	8	9	1	6	-
99.PL	Šaurlapju kūdrenis	8	-	1	-	-
100.PL	Platlapju kūdrenis	7	3	-	2	-
101.PL	Niedrājs	10	5	1	3	-
102.PL	Platlapju ārenis	8	6	2	-	-
103.PL	Mētrājs	8	-	-	-	-
104.PL	Šaurlapju kūdrenis	8	-	-	-	-
105.PL	Šaurlapju kūdrenis	2	-	-	-	-
106.PL	Damaksnis	-	-	-	-	-
107.PL	Šaurlapju kūdrenis	5	-	-	13	2
108.PL	Mētru ārenis	6	3	2	9	-
109.PL	Slapjais mētrājs	5	-	-	-	-
110.PL	Šaurlapju ārenis	-	-	-	-	-
111.PL	Lāns	6	-	-	-	-
112.PL	Šaurlapju ārenis	10	2	-	2	-
113.PL	Niedrājs	9	1	-	-	-
114.PL	Purvājs	6	-	-	-	-
115.PL	Mētru kūdrenis	4	-	-	-	-
116.PL	Mētrājs	5	-	-	-	-
117.PL	Mētrājs	8	-	-	-	-
118.PL	Purvājs	4	-	-	-	-
119.PL	Mētru kūdrenis	6	-	-	-	-
120.PL	Slapjais vēris	7	3	-	-	-